

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет електроніки

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра звукотехніки та реєстрації інформації

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 681.3.06

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Власюк Г.Г.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 20__р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 171 Електроніка

(код і назва спеціальності)

на тему: «Особливості застосування спеціальних колірних ефектів в

кіновиробництві

Виконала студентка VI курсу, групи ДВ-71мп

(шифр групи)

Меренюк Євгенія Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник асистент, к.т.н. Філіпова Н. Ю.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент

(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) _____ Факультет електроніки
(повна назва)

Кафедра _____ Кафедра звукотехніки та реєстрації інформації
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) 171 Електроніка (Електронні та інформаційні технології кінематографії та аудіовізуальних систем)
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студентці
Меренюк Євгенії Анатоліївні**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Особливості застосування спеціальних колірних ефектів в кіновиробництві.
науковий керівник дисертації Філіпова Наталя Юріївна к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018р. №4114-с

2. Строк подання студентом дисертації 10.12.2018р.

3. Об'єкт дослідження: технологічний процес корекції балансу білого в програмному забезпеченні Adobe Premiere Pro та програмному середовищі Matlab

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): методи балансу білого, програмне забезпечення Adobe Premiere Pro, програмне середовище Matlab

Перелік завдань, які потрібно розробити: Дослідити колірні ефекти в кіновиробництві, проаналізувати методи колірної корекції в програмному забезпеченні Adobe Premiere Pro та програмному середовищі Matlab, виконати колірну корекцію кінокадру в частині балансу білого в програмному забезпеченні Adobe Premiere Pro та програмному середовищі Matlab, провести порівняльний аналіз відкорегованих кінокадрів за допомогою RGB гістограм.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 54 рис., 22 табл., 1 презентація, 15 слайдів.

6. Орієнтовний перелік публікацій: «Использование систем управления цветом в колор грейдинге»

7. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

8. Дата видачі завдання 10.09.2017

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
	Дослідження колірних ефектів в кіновиробництві.	10.10.2017	
	Аналіз та реалізація колірної корекції в Adobe Premiere Pro	15.12.2017	
	Аналіз методів корекції балансу білого та їх реалізація в Matlab	01.05.2018	
	Дослідження особливостей корекції балансу білого в Adobe Premiere Pro та Matlab.	10.10.2018	
	Розроблення стартап-проекту.	09.11.2018	
	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	25.11.2018	
	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	30.11.2018	

Студент

(підпис)

Меренюк Є.А.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Філіпова Н.Ю.
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 117с., 54 рис., 22 табл., 27 джерел.

КОЛІРНА КОРЕКЦІЯ, БАЛАНС БІЛОГО, GRAY WORLD, ADOBE PREMIERE PRO, MATLAB, ГІТОГРАМИ RGB

Актуальність теми. Новітні технології тривимірної анімації, технології створення кінокомпозицій шляхом використання багатокамерної зйомки, створення візуальних ефектів з використанням тривимірних об'єктів є актуальними науково-технічними, дослідницькими проблемами, рішення яких удосконалюють процеси кіновиробництва. Крім цього, комп'ютерні комплекси цифрової колірної корекції вимагають високої продуктивності програмно-апаратних комплексів. Одною з найчастіших задач необхідності застосування колірної корекції є неточна передача кольорів на фінальному зображенні через неправильні налаштування кінокамери або специфічності освітлення. У зв'язку з цим зміна загальної кольоровості і візуального стилю зображення є необхідною складовою частиною кіновиробництва.

Метою роботи є дослідження колірних ефектів в кіновиробництві шляхом корекції кінокадру в програмному забезпеченні Adobe Premiere Pro та програмному середовищі Matlab.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі *завдання*:

- провести аналітичне дослідження аспектів застосування колірного рішення в кадрі в кінематографі;
- дослідити особливості роботи в програмному забезпеченні Adobe Premiere Pro, існуючі інструменти, їх недоліки та переваги;
- розробити методику проведення експерименту: розробити код балансу білого в програмному середовищі Matlab, визначити критерії порівняння скоригованого відеоряду;
- виконати колірну корекцію кінокадру в частині балансу білого в програмному забезпеченні Adobe Premiere Pro та програмному

середовищі Matlab;

- провести порівняльний аналіз відкорегованих кінокадрів за допомогою RGB гістограм.

Об'єктом дослідження є технологічний процес колірної корекції в програмному забезпеченні Adobe Premiere Pro та програмному середовищі Matlab.

Предметом дослідження є колірні ефекти в кіновиробництві.

Наукова новизна одержаних результатів: запропоновано метод оцінки балансу білого в кінокадрі шляхом використання RGB гістограм. Отримано RGB гістограми вихідного і скоригованого кадру методом Gray World та методом, заснованим на White Patch Retinex по кожній колірній складовій. Проведено аналіз гістограм кінокадрів в Premiere та Matlab.

Практичне значення отриманих результатів: результати досліджень можуть бути впроваджені в навчальному процесі кафедри звукотехніки та реєстрації інформації НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», а також при підготовці відео інженерів у вищих навчальних закладах України. Запропоновано метод оцінки балансу білого в кінокадрі шляхом використання RGB гістограм.

Апробація результатів. Результати роботи були апробовані на таких конференціях:

IV Міжнародна інтернет-конференція «Наука та освіта в умовах трансформації суспільства», м. Дніпро, 28.02.2018.

Публікації: Меренюк Е.А., Филиппова Н.Ю. Использование систем управления цветом в колор грейдинге // IV Міжнародна інтернет-конференція «Наука та освіта в умовах трансформації суспільства», м. Дніпро. Дата проведення: 28.02.2018

SUMMARY

Master's dissertation: 117 p., 54 pic., 22 tables, 27 sources.

COLOR CORRECTION, BALANCE OF WHITE, GRAY WORLD, ADOBE PREMIERE PRO, MATLAB, RGB HISTOGRAM

The dissertation is devoted to the study of color effects in film production. The analysis of the subject area, namely the value of the color solution in the perception of its viewer and the basic mathematical models, have been carried out.

The features of color correction in Adobe Premiere Pro are explored. The necessary tools are located in the Lumetri Color panel. It is found that brightness monitors, namely: Waveform, RGB Parade and YUV Vectorscope is an important tool for color correction.

The white balance correction in Adobe Premiere Pro and Matlab is performed. RGB histograms are selected for the quantitative comparison of the adjusted video in various software environments.

A startup project has been developed, which shows that profitability in the service market is primarily due to the replacement of the full hardware dependence on the versatility due to the use of non-specialized complexes, software and hardware.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП	10
1. КОЛІРНІ ЕФЕКТИ В КІНОВИРОБНИЦТВІ.....	12
1.1 Основні складові виробництва фільму.....	12
1.2 Поняття «кадру»	15
1.3 Технічна складова кадру.....	18
1.4 Еволюція кольорового кіно. Гармонізація кадру.....	22
2. Колірна корекція в Adobe Premiere Pro.....	28
2.1 Панель Lumetri Color.....	29
2.1.1 Баланс білого.....	32
2.1.2 Робота зі світлом(Tone)	36
2.1.3 Розділ Creative, Look&Adjustment.....	39
2.1.4 Creative, RGB Curves&Hue Saturation Curve.....	41
2.1.5 Налаштування середніх тонів, тіней і відблисків(Color Wheels)	43
2.1.6 HSL Secondary.....	44
2.1.7 Vignette	46
2.1.8 View Comparison.....	47
3. Колірні моделі.....	49
3.1.1 Сприйняття кольору людиною.....	49
3.1.2 Колірні моделі RGB і CMY.....	54
3.1.3 Автоматичний баланс білого.....	57
3.2 Методи корекції балансу білого.....	58
3.2.1 Gray world.....	58
3.2.2 Метод корекції балансу білого заснований на White Patch Retinex.....	59
3.3 Особливості роботи з відео в Matlab.....	61
3.3.1 Використання VideoReader для читання відео.....	61

3.3.2 Використання VideoWriter для запису відео.....	62
3.3.3 Image Processing Toolboxe.....	63
3.3.4 Реалізація Gray World в Matlab.....	64
4. Корекція балансу білого в Adobe Premiere Pro та Matlab.....	67
4.1 Постановка задачі.....	67
4.2 Виправлення балансу білого в Adobe Premiere.....	69
4.3 Корекція балансу білого в Matlab.....	71
4.3.1 Корекція балансу білого в Matlab на основі Gray World.....	71
4.3.2 Коригування балансу білого в Matlab методом, заснованим на White Patch Retinex.....	73
4.4 Порівняння отриманих результатів в Adobe Premiere Pro та Matlab.....	76
5. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	80
5.1 Загальні відомості	80
5.2 Технологічний аудит ідеї проекту	81
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту	82
5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	87
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап проекту	88
ВИСНОВКИ	93
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	95
ДОДАТОК А	98
ДОДАТОК В	104
ДОДАТОК С	111
ДОДАТОК Д	113

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

RGB	—	аббревіатура англійських слів red, green, blue - червоний, зелений, синій або ЧЗС - адитивна колірна модель, що описує спосіб кодування кольору для відтворення кольору за допомогою трьох кольорів, які прийнято називати основними;
LUT	—	Look Up Table;
WB	—	White Balance;
IRE	—	є одиницею, яка використовується при вимірюванні повних відеосигналів композитного відео, походить від Institute of Radio Engineers;
HSL	—	(від англ. Hue, saturation, lightness (intensity)) - колірна модель, в якій колірними координатами є тон, насиченість і світлота;
YUV	—	колірна модель, в якій колір представлений трьома компонентами — яскравість (Y) і дві колірнорізносні компоненти (U і V);
МКО	—	(фр. Commission internationale de l'éclairage; CIE) - Міжнародна комісія з освітленості - світова організація, що веде розробку технічних стандартів в області світла, освітлення, кольору і колірних просторів;
К	—	Кельвін - одиниця вимірювання температури в системі СІ;
ББ	—	Баланс Білого;
WPR	—	White Patch Retinex;
ККТ	—	Корельована оцінка колірної температури.

ВСТУП

Кінематограф за час свого існування повністю змінив технологічний процес виробництва фільмів. Будучи комерційним підприємством, він активно інтегрує новітні технічні розробки в технологічні процеси виробництва відеоконтенту. Останнім часом цей вектор змінив напрямок: науково-технічні і дослідницькі підприємства працюють над удосконаленням процесів відеовиробництва, особливо це стосується телебачення. Давно не використовується лінійний монтаж, та й класична зйомка на плівку поступається місцем новітнім цифровим камерам. Нелінійний монтаж, крім прискорення процесу монтажу, розширив спектр можливостей режисерів в роботі над фільмом. Тут можна говорити про новітні технології тривимірної анімації і створення візуальних ефектів з використанням тривимірних об'єктів. Крім цього, комп'ютерні комплекси цифрової кольорової корекції дозволяють режисерам використовувати більш глибоку роботу з кольором в кадрі [1 – 9]

Рішення задач художньої кольорової корекції на етапі пост обробки відеоматеріалу вимагають високої продуктивності програмно-апаратних комплексів цифрової корекції [7, 10, 11]. Одною з найчастіших задач необхідності застосування кольорокорекції є неточна передача кольорів на фінальному зображенні через неправильні налаштування кінокамери або специфічності освітлення у зв'язку з чим метою зміни загальної кольоровості і візуального стилю зображення є корекція колірних складових зображення: відтінку, тону, насиченості і т.д.

Необхідність колірної корекції пояснюється тим, що матеріал, знятий на камери різного типу або в різних умовах освітленості, має різний вигляд по передачі кольору. Крім того, корекція кольору дозволяє частково виправити недоліки, що мали місце під час зйомки. Це може бути, наприклад, збільшення яскравості в занадто темних місцях або, навпаки, її зменшення в занадто

яскравих. Є і ще як мінімум один варіант застосування кольорокорекції - надання зображенню якогось особливого стилю. Тобто основним завданням колірної корекції є зміна кольорів в кадрі таким чином, щоб їх поєднання було найбільш гармонійним, а композиція найбільш рівноважною [15 – 17]. У кадрі, який оброблюється, мають значення розташування, напрямки і розміри колірних плям, а також їх взаємодія в просторі.

1. КОЛІРНІ ЕФЕКТИ В КІНОВИРОБНИЦТВІ

1.1. Основні складові виробництва фільму

У кіновиробництві можна виділити основні структурні складові (рис. 1.1):

- режисерська робота (власне проектування);
- операторська робота;
- монтаж;
- постобробка відеоматеріалу.

На етапі створення режисерського сценарію вирішується завдання - яким буде фільм. Взятий за основу літературний сценарій минає не одну стадію обробки, перш ніж перетворитися в режисерський сценарій. Після створення розкадровки починається робота з планування знімального процесу: кастинг акторів, обмізковування декорацій і костюмів, плануються спецефекти і візуальні ефекти, вирішується завдання колірного рішення. Все це виконується під час сеттингу за рахунок роботи цілої команди фахівців. Колірного рішення кадру закладається на етапі сеттингу, а остаточно доводиться - на етапі постобробки відеоматеріалу.

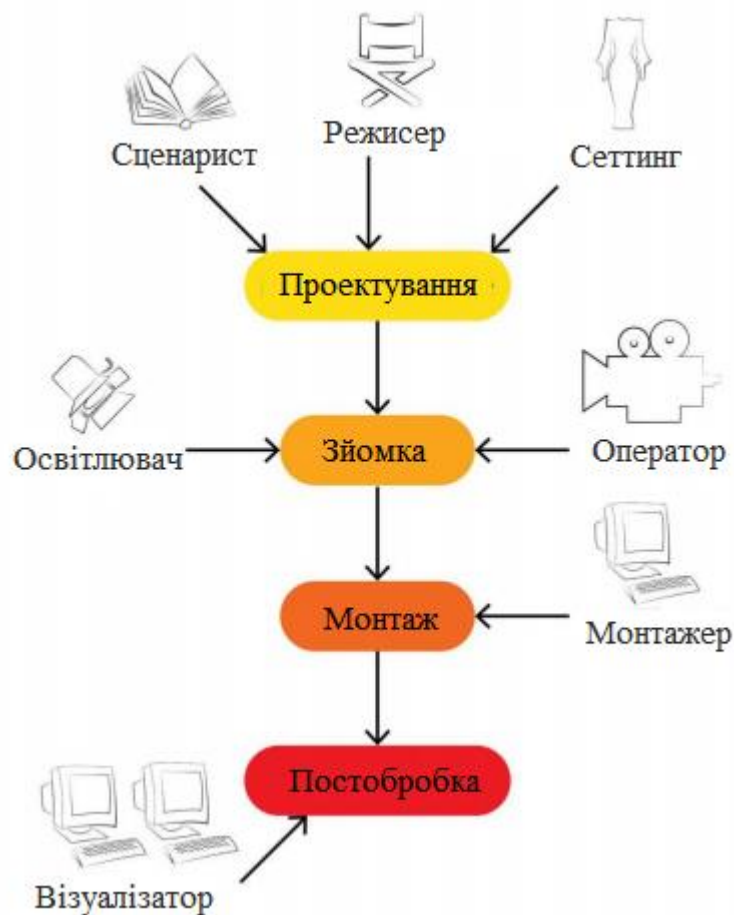


Рисунок 1.1 Схема основних структурних складових виробництва фільму

Завдання знімального процесу - отримати якісний матеріал для подальшого монтажу. На рис. 1.2 зображена схема наскрізного кінематографічного процесу - від об'єкта зйомки до зображення його на екрані переглядового залу. Кожен з вісімнадцяти елементів цієї схеми характеризується безліччю параметрів.

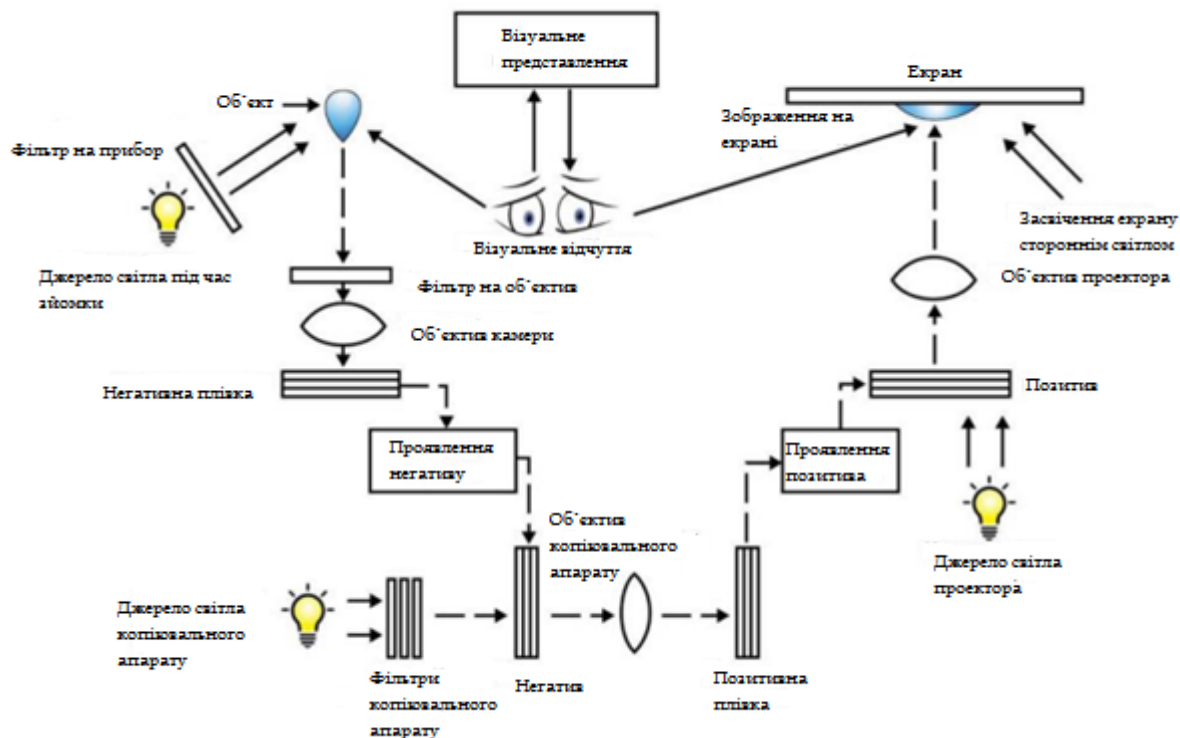


Рисунок 1.2 Схема наскрізного кінематографічного процесу і його зв'язок із зоровим аналізатором (зором)

Якщо брати тільки технічні параметри і тільки ті, які впливають на колір зображення, то, наприклад, освітлення зазвичай характеризується силою світла, контрастом і спектральним складом; об'єктив камери - світлосилою, величиною світлорозсіювання, формулою колірності; плівка - світлочутливістю, градієнтом, балансом світлочутливості і балансом контрасту, величиною вуалі, кольороділительними властивостями барвників і т. д. Таким чином, набирається понад півсотні різних змінних величин, від яких залежить колір в зображенні. Це свідчить про достатню складність системи [1].

Виходячи з цього, можна стверджувати, що знімання відеоматеріалу - це складний технічний процес з багатьма змінними, які вимагають постійного контролю.

Кінематограф прийшов до висновку, що оператор фільму є одним з факторів, що робить фільм художній твором, але це вирішується не

імпровізацією на знімальному майданчику, а за допомогою комплексної роботи на підготовчому етапі виробництва фільму[1].

Монтаж фільму - це складний технологічний процес збору окремих кадрів в єдине ціле. Теоретизуванням питань монтажу займалися багато фахівців, професії яких в тій чи іншій мірі пов'язані з кіно [3 -6, 8-9].

Заключний етап виробництва фільму – пост обробка, де інтегрувалися прогресивні комп'ютерні технології нелінійного монтажу, цифрової корекції, тривимірного моделювання та анімації.

На сьогоднішній день колірну корекцію виділяють окремим технологічним процесом та поділяють на два етапи:

1. Color correction & Matching - завдання цього етапу полягає у виправленні якості відеоматеріалу. Зображення повинно бути максимально наближене до того виду, в якому його було б звичніше сприймати людському оку, тобто кольори в кадрі повинні прагнути до натуральних, реальних відтінків. За допомогою колірної корекції компенсуються похибки і виправляються можливі помилки, отримані при зйомці, усуваються деякі проблеми освітлення сцени. Як правило, корекція кольору в кадрі - це регулювання яскравості, контрастності і насиченості кольору (встановлення середніх значень), зміна експозиції, колірного балансу і балансу білого кольору, усунення непотрібних шумів. Цей етап також називають технічною кольорокорекцією.

2. Color grading – етап колірної корекції, який надає відео художній вигляд. Завдання художньої кольорокорекції складається в умовному відхиленні гами кадру від нормального колірного балансу з метою надання йому більшої виразності, посилення закладених при зйомці колірних контрастів.

1.2 Поняття «кадру»

У кінематографі поняття «кадр» має кілька значень. По-перше, кадр як

основна монтажна і виробнича одиниця фільму, що має свою тривалість і свій зміст[1].

По-друге, кадр - це кожен окремий кадрик на плівці, що зафіксував одну з фаз руху (при нормальній частоті зйомки і показу це 24 кадру в секунду або 52 кадру на одному метрі плівки, а для телебачення - 25 в секунду). Так технічно здійснюється дискретний запис кожної фази руху при зніманні.

По-третє, кадр - це саме зображення на екрані, якому під час зйомки відповідало зображення в візирі камери чи фотоапарату. Відповідно, це частина самого знімального об'єкта, обмеженого картинною площиною або межами кадру

«Кадр» з французької «рама». На знімальному майданчику часто можна почути такий вислів: «вийшов з кадру», «увійшла в кадр», «не в кадрі», «у верхній частині кадру» тощо. У всіх цих випадках кадр - це фрагмент дійсності, обмежений межами картинної площини, а на матовому склі або в візирі апарату - його рамкою. Стосовно такого визначення кадру і використовуються поняття композиції, контрасту, колориту, крупності, ракурсу, мізансцени та ін.

Отже, кадр має технічні властивості та властивості виразності. Виходячи з цього, є два підходи, за допомогою яких можна розглядати кадр: технічний - це виробництво відеоматеріалу, що буде демонструватися, і художній - сюжет, режисура, гра артистів, художня побудова кадру, колірне рішення. Безумовно, ці частини переплітаються в процесі кіновиробництва, але кожна має свої особливості.

Складові художнього кадру

1) Технічна складова включає в себе всі характеристики кадру (колір, світло, глибина, кадрування).

2) Художня складова - деяка структура побудови кадру, завдяки якій складається його виразність (інформативність, композиція, динаміка, колірне рішення).

Основна відмінність відеокадру від фотокадру полягає в наявності руху, що тягне за собою динамічну зміну композиції кадру. В кіно і телебаченні рідко знімають статичні кадри, композицію кадру слід розуміти не як статичну, а як постійно змінну. Кадр в процесі свого розвитку в просторі і часі змінює свою крупність, іноді ракурс, масштабне співвідношення між фігурою і фоном, колір освітлення, його силу і контрастність, але все одно будь-який, навіть найскладніший і довгий, кадр складається з окремих фаз, які безперервно переходять одна в іншу, і швидкість цього переходу обумовлена внутрішнім ритмом і динамікою зовнішніх переміщень [1].

Відсутність статичності не заважає аналізувати композиційні, тональні і колірні особливості кадру, тому що будь-яка зміна завжди з чогось починається і до чогось приходить. Такі поняття, як глибина простору, контрастність, тон і колір, освітлення, однаково можуть бути застосовані як до опису статичного кадру (фотографія, живопис), так і динамічного (кіно, телебачення), звідси, з урахуванням їх специфіки.

Не зважаючи на мінливість композиції, кожен кадр у фільмі грає велику роль. Від того, наскільки картина на екрані візуально приваблива, залежить враження про фільм в цілому. Професійно зняте кіно легко відрізнити від посереднього: якщо зробити стоп-кадр, то картина буде гармонійною, схожою на професійне фото.

Відомо, що зображення не може бути абсолютно подібне до об'єкта, але, кажучи про відмінності об'єкту і його зображення, слід згадати три головні причини.

Перша - це сама відтворювальна система (наскрізний кінематографічний процес або електронний тракт), яка вносить великі зміни в зображення в порівнянні з об'єктом. Слід звернути особливу увагу на те, що величина цієї зміни в основному оцінюється візуально, тому що сам об'єкт, а потім і його зображення сприймаються зоровим аналізатором людини (оком і мозком).

Друга - це неадекватність рецептивного відчуття і перцептивного сприйняття. Іншими словами, око бачить одне, а мозок сприймає зовсім інше, і таке різночитання не є чимось винятковим, це фундаментальна властивість процесу зорового сприйняття. Цю важливу для творчої практики особливість треба добре знати і гарно розбиратися в ній для того щоб ефективно її використовувати, тобто звертати недоліки в чесноти.

І третя - це різниця між зображенням об'єкту і уявленням глядача про цей об'єкт (а іноді не тільки глядача, а й самого автора). З.Кракауер в своїй книзі «Природа фільму» наводить вислів Фокса Тальбота, який називав чарівною здатність фотографічного зображення нести в собі щось, невідоме самому автору, щось таке, що йому належить виявити вперше.

З огляду на сказане раніше, наскрізний кінематографічний процес або електронний тракт можна вважати «чорним ящиком», вхідні параметри якого повинні бути якось корельовані з параметрами об'єкту, а вихідні - з параметрами зорового аналізатора людини. Крім того, всі змінні величини всередині цього «чорного ящика» повинні володіти певною сталістю, тобто більшість з них в ідеалі повинні бути константними і лише деякі змінюватися, але тільки для того, щоб:

- стабілізувати і налаштовувати складний фотохімічний процес або електронний тракт;
- налаштовувати вхідні параметри відтворювальної системи під параметри знімального об'єкта, а вихідні - під параметри зорового аналізатора людини (глядача)

1.3 Технічна складова кадру

Кадр має ряд технічних характеристик, таких як композиція кадру, кадрування, глибина, освітленість кадру, кольори в кадрі тощо. Якість кінцевого

зображення кадру у фільмі на знімальному майданчику залежить від одночасної злагодженої роботи багатьох людей.

Композиція

Композиція кінокадру значною мірою залежить від роботи оператора. Оператор вирішує завдання розташування об'єктів в кадрі. З технічної точки зору структура кадру визначається правилами композиційної побудови, які засновані на законах композиції (рис. 1.4). Існують правила побудови планів кінокадру (середній, великий, загальний і т.д.). Також глибина сцени задається на етапі побудови композиції кадру і багато в чому залежить від роботи оператора.



Рисунок 1.3 Кадр з фільму «Великий Гетсбі». Режисер Баз Лурман. 2013

Колір

На етапі зйомки оператор намагається передати реалістичну, достовірну картинку на екран за допомогою правильно виставлених налаштувань камери (баланс білого, діафрагма, витримка і т.д.). Ця картинка залежить від роботи освітлювачів, від яких залежить світло в сцені і, звичайно, від костюмерів і колористів. Вся ця робота спрямована на те, щоб сформувати в кадрі певні колірні плями і загальну колірну гамму, яка відповідає задуму режисера (рис. 1.5).



Рисунок 1.4 Кадр з фільму «Титанік». Режисер Джеймс Кемерон. 1997

Світло

Освітленість кадру важлива складова. Ніякі зйомки кіно не обходяться без установки додаткового освітлення. Нічні кадри, як не дивно, дуже рідко знімаються в природних умовах недостатнього освітлення, без освітлення. Це пов'язано зі специфікою людського зору і недосконалістю технологій фіксації зображень (камери). Зіниця ока володіє унікальним механізмом. Вона може дуже швидко підлаштовуватися під освітленість приміщення. При фіксації зображення камерою все набагато складніше. Ще немає камери, яка могла б так само легко адаптуватися до умов зйомки, як людське око.

Саме тому в будь-якому кадрі необхідно продумувати освітлення. Це можуть бути і природні джерела світла (сонце, місяць), і, звичайно, величезна кількість різних штучних джерел (рис. 1.6).

Монтаж

Радянський актор німого кіно, кінорежисер, сценарист і теоретик кіно Л.В. Кулешов сформулював правила монтажу, які актуальні для кіно і в даний час

(рис. 1.7).

«Кінокартина повинна бути змонтована так, як це диктується її ідеєю, темою, змістом. Монтаж повинен допомогти глядачу побачити картину, найкращим чином сприйняти дію з екрану»[10].



Рисунок 1.5 На знімальному майданчику художнього фільму в якості джерела заповнюючого світла використовувалася нова модель освітлювального аеростата «Геліосфера 200»

Слова Льва Кулешова, як правило, не враховуються непрофесіоналами: «Готуючи до зйомки сцени, ми з вами весь час думаємо про майбутній монтаж цієї сцени. Монтаж повинен завжди враховуватися і в режисерському сценарії, і на репетиціях, і на зйомках, інакше змонтувати сцену (і фільм, що складається зі сцен) буде надзвичайно важко, а іноді просто неможливо».

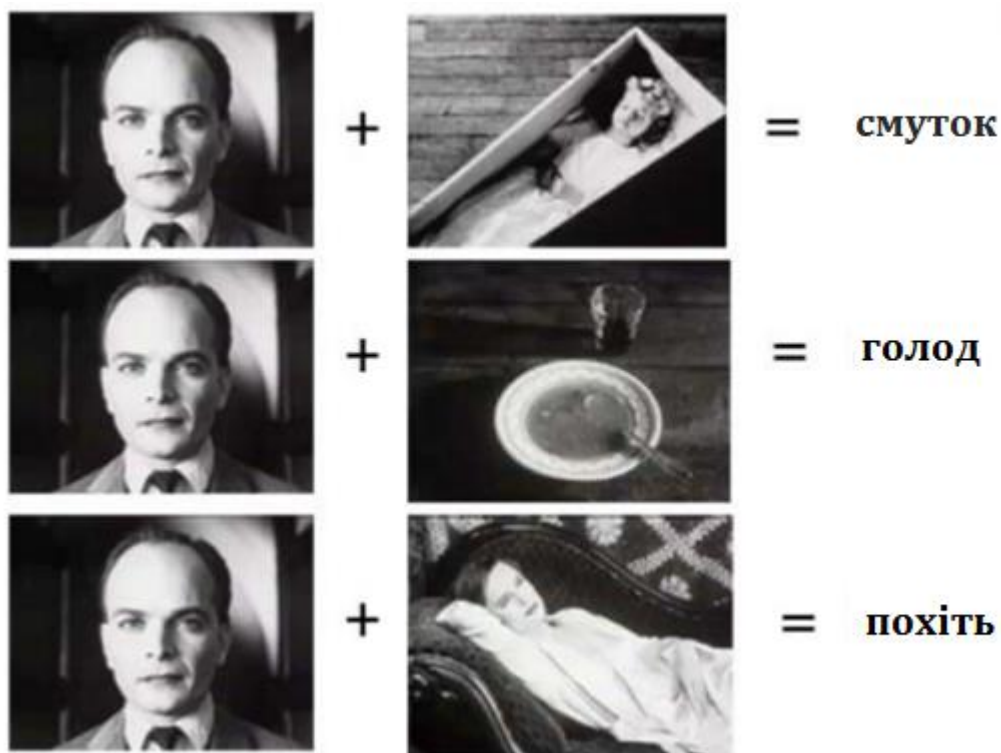


Рисунок 1.6 Схема, що ілюструє одне з основних правил монтажу Кулешова

1.4 Еволюція кольорового кіно. Гармонізація кадру

Колір прийшов у кінематограф незабаром після звуку. Кольорове кіно стали знімати ще у 1930-х, а до кінця 1940-х років кольоровий фільм став вважатися стандартом. У якийсь момент розвитку технології виробництва стало можливим записувати колір на плівку досконалим, технологічно відпрацьованим і економічно вигідним способом. З цього моменту кіностудії почали виробляти у переважній більшості кольорові фільми.

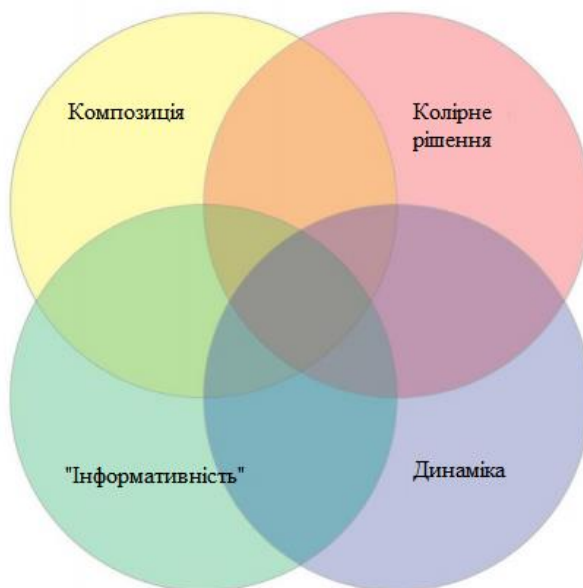


Рисунок 1.7 Схема взаємодії компонентів художньої моделі побудови кадру

Важливим моментом у історії кіно став перехід на нелінійний монтаж з використанням програмно-апаратних комплексів (рис. 1.12).

Найбільш перспективним з точки зору роботи з кольором у кадрі є цифровий монтаж. На початку XXI століття у кіновиробництві з'явився спеціальний термін - постобробка. Значна частина роботи з корекції кадрів стала виконуватися саме на етапі постобробки, що істотно спростило кінознімальний процес [7].

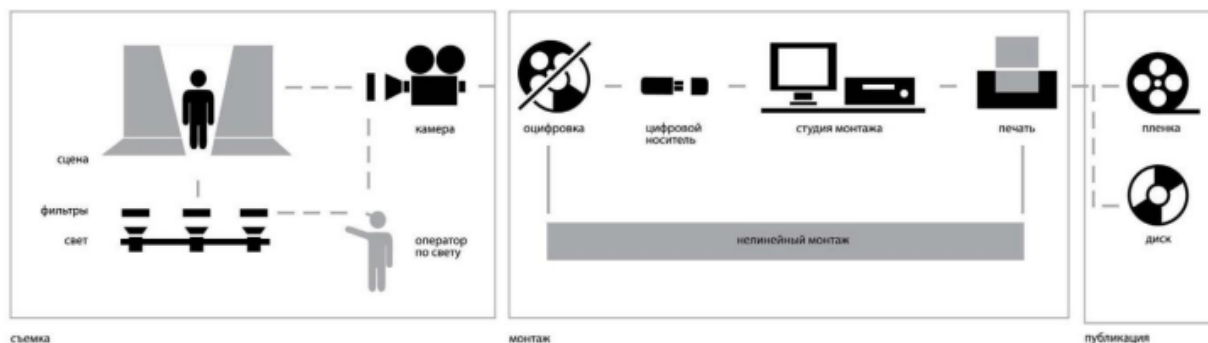


Рисунок 1.8 Схема нелінійного монтажу

Важливим аспектом побудови кадру є колірне рішення. Поки колір визначався технічними можливостями плівки і лежав за межами художнього

вибору, він не був елементом мистецтва, обмежуючи, а не розширюючи гаму можливостей, з якої режисер обирав своє рішення. Тільки коли колір став автономним, підкоряючись кожен раз задуму режисера, він увійшов у сферу мистецтва [5]. Автономність кольору у кадрі нерозривно пов'язана з технічним прогресом і інтеграцією цифрових технологій кольорокорекції у процес кіновиробництва [7]. З'явилося поняття грейдингу - використання колірних рішень і комп'ютерної обробки відео для художньої кольорокорекції.

Термін «кольорокорекція» має на увазі процес усунення недоліків у зображенні, тоді як процес «грейдингу» - це створення спільного візуального стилю зображення. Грейдинг є важливою частиною ширшої мети - гармонізації кадру. Гармонізація є комплексним завданням і вимагає відповідного підходу до проектування кадру на всіх етапах - від творчої ідеї до технічної реалізації.

Гармонізація кадру

В кінці XX століття світовий кінематограф створив ряд картин, у яких крім масштабного використання тривимірної анімації для створення візуальних ефектів, велика увага приділялася роботі з кольором. Тут можна виділити «Матрицю» Братів Вачовські (1999р.) і «Врятувати рядового Райана» Стівена Спілберга (1998р.) Але однією з перших кінокартин, при створенні якої фундаментальне місце відведено роботі з кольором, це трилогія за твором Джона Рональда Руела Толкієна «Володар кілець». Процес зйомки фільмів під керівництвом кінорежисера Пітера Джексона тривав з середини 90-х років до 2003 року. Пильна увага до колірних рішень кадру визначається бажанням режисера візуалізувати створену автором атмосферу «світу Середзем'я», викликати у глядача ряд відповідних літературному твору асоціацій. Технічна можливість управління кольором у кадрі стала можлива завдяки технічному прогресу у області комп'ютерної обробки відеоматеріалу. Студія Weta Digital заснована Пітером Джексоном спеціально для створення візуальних ефектів і постобробки кадрів кінотрилогії. При створенні студії П. Джексон застосував

сучасне технічне оснащення (потужний комп'ютерний парк для візуалізації рендеринга тривимірних сцен, студія захоплення руху і різноманітні технічні пристосування для знімання).

Для вирішення завдання повноцінного управління кольором в кадрі необхідно контролювати цей процес на всіх стадіях роботи над фільмом, від початку написання сценарію кадру до постобробки. Технологія проектування колірного рішення кадру на всіх етапах виробництва фільму отримала назву «гармонізація кадру».

Гармонізація кадру ґрунтується на принципах психології візуального сприйняття. В основі візуального сприйняття кадру лежать положення гештальт теорії, які описують сприйняття «простих форм» [1].

Розглянемо деяке зображення, яке сприймається людським оком в окремо взятий момент часу (будь це картинка, або пейзаж, або обличчя співрозмовника). У будь-якому випадку в поле зору потрапляють не тільки предмети або об'єкти, які сприймаються, як найбільш важливі, але і такі об'єкти, на які людина зазвичай не звертає уваги. У визначенні уваги існує етап свідомої, довільної уваги людини. На цій стадії головний мозок людини поділяє видиме перед собою зображення на формації, тобто на зони уваги [8]. Формація складається з однієї або декількох простих форм, які сприймаються як єдине ціле і мають свою єдину унікальну сутність.

Цей найважливіший принцип теорії формації (gestalt-theory) виражається в таких критеріях:

Фігура повинна чітко відокремлюватися від фону. Стосовно до кольору це може означати, що якщо фігура має активний колір, то фон краще мати безбарвним, а безбарвна фігура (наприклад, темний силует) добре буде виглядати на яскравому кольоровому фоні. Це не єдиний варіант колірних співвідношень. Фігура може мати колір, додатковий до кольору фону, наприклад, червона фігура на фоні зелені, це теж дає чітке розділення фігури і фону (рис. 1.13). Кожен

художник в рамках цього критерію шукає свої прийоми.

Менша формація тяжіє бути сприйнятою як фігура, велика – як фон, особливо у тому випадку, якщо в кадрі не зовсім чітка композиція, а предмети незнайомі.

Фігура і фон ніколи не сприймаються водночас, особливо це відноситься до статичних кадрів.

Як правило, схожі візуальні елементи, розташовані поблизу один від одного, сприймаються як фігури, а не як фон.

Симетричні і наповнені формації зазвичай тяжіють до того, щоб теж бути сприйнятими як фігура. Система сприйняття людини постійно прагне до пошуку спрощення, повторюваності, чистоти, зрозумілості і впорядкованості. Виходячи з цього, гештальт-теорія пропонує визнати у якості об'єкта найбільш прості з формацій, які можуть бути виявлені у даних обставинах. Співвідношення «фігура-фон» формує певний «алгоритм» сприйняття простору, що розглядається, з метою відрізнити значуще від малозначимого. В випадковій ситуації різні спостерігачі одного і того ж об'єкта можуть обрати різні елементи у якості фігури і фону, що у художньому кадрі неприпустимо, оскільки призведе до неоднозначного трактування кадру, сцени або всього фільму.



Рисунок 1.9 Приклад використання колірної схеми з використанням додаткових кольорів

Хороша впізнаваність залежить не тільки від контрасту, а й від розмірів плям, що створюють цей контраст. Мається на увазі не тільки тональний, але і колірний контраст.

Виходячи з цього, можна сформулювати задачу гармонізації у визначенні розмірів і кількості контрастних полів, вибір колірного рішення і загальної колірної гами кадру для реалізації режисерської ідеї.

Це первинне завдання гармонізації кадру. Коло розв'язуваних завдань значно ширше і складніше, і вони вимагають системного підходу [9]. Поширеною помилкою є думка, що колірний зір існує тільки для того, щоб додавати відтінків ахроматичного світу форми, глибини і руху. Колірний зір грає значно більшу роль, ніж декоративне розфарбовування зовнішнього монохромного світу. Останні дослідження в області психології сприйняття кольору свідчать, що колірний зір є невід'ємною частиною різних візуальних процесів, допомагаючи нам виконувати багато видів перцептивних завдань.

Висновки до розділу

Показано, що колірне рішення кадру закладається на всіх етапах створення відео твору. Планування починається при розробці режисерського сценарію (сеттинг), триває на етапі зйомки відеоматеріалу і закінчується на етапі постобробки (корекція кольору і грейдинг).

Проаналізовано художні інструменти, в яких колір бере участь у вирішенні різних завдань кіновироництва. З його допомогою в кадрі створюється напруга, акцентується увага на важливих деталях, підтримується необхідна атмосфера. Колір також доповнює сюжет фільму. Знання про вплив кольору може стати «зброєю», яка допоможе досягти потрібного ефекту.

2. Колірна корекція в Adobe Premiere Pro

Колірну корекцію поділяють на два етапи: Color correction & Matching(технічна) і Color grading(художня). Технічна колірна корекція включає в себе регулювання яскравості, контрастності і насиченості кольору (встановлення середніх значень), зміну експозиції, колірного балансу і балансу білого кольору, усунення непотрібних шумів. При склеюванні різних кадрів може виникнути проблема невідповідності кадрів за кольором, так як при зніманні з різних ракурсів і в різних локаціях освітлення об'єктів в кадрі змінюється. Цю проблему також вирішують на етапі технічної колірної корекції.



Рисунок 2.1 Кадр зі зйомок фільму «Трансформери 4»



Рисунок 2.2 Кадр з трейлера до фільму «Трансформери 4»

Машина з права провалена в тіні щоб глядач не звертав на неї увагу, не

намагався роздивитися що знаходиться у відкритій двері тощо, тобто щоб його увага була зосереджена на лівій стороні зображення.

Методи перетворення кольору можуть бути різними, однак найбільш часто використовуються наступні методи колірної корекції:

- Зазначення аргументів для функцій перетворення вхідних значень у вихідні. У програмах ці інструменти називаються «рівні», «гамма», тощо. Іноді набори значень аргументів вибираються з переліку заздалегідь заданих варіантів. До цього виду перетворень можна віднести також
- Встановлення балансу білого (врахування освітлення) при перетворенні електронного сигналу матриці в файл зображення або скануванні плівки;
- Перетворення, які безпосередньо визначають зміни контрастності, яскравості, гами, тони, світлини, насиченості зображення або його частин;
- Безпосереднє завдання графіків перетворення значень по каналам. Цей інструмент зазвичай називається «Криві» (Curves). Він дозволяє виконати будь-які перетворення всередині кожного каналу шляхом ручного формування графіку, аналогічного тим, які обчислюються функціональними алгоритмами по заданих аргументах.

2.1 Панель Lumetri Color

Раніше у Adobe був окремий додаток для кольорокорекції, який дозволяв виконувати розширену кольорокорекцію відеоряду - SpeedGrade. Зручність її використання була зумовлена робочим процесом Direct-Link (рис. 2.3), що дозволяв надсилати проекти Premiere з середовища редагування в середу кольорокорекції і назад без виконання трудомістких і складних завдань, таких як

рендеринг і перетворення. Завдяки робочому процесу Direct Link відпадала необхідність експорту та імпорту проектів, роботи з декількома форматами і перетворення файлів, що викликало певні труднощі, наприклад, при імпорті з Premiere в DaVinci Resolve. Проте це лише в теорії, в дійсності на великих проектах при складній кольорокорекції SpeedGrade працював повільно, що дозволяло працювати лише з коротким відеорядом. Також за допомогою браузера файлів Lumetri Look можна було застосувати корекцію Lumetri до епізодів прямо в Premiere Pro і експортувати епізоди Premiere Pro у вигляді файлів EDL, що завантажуються в SpeedGrade.

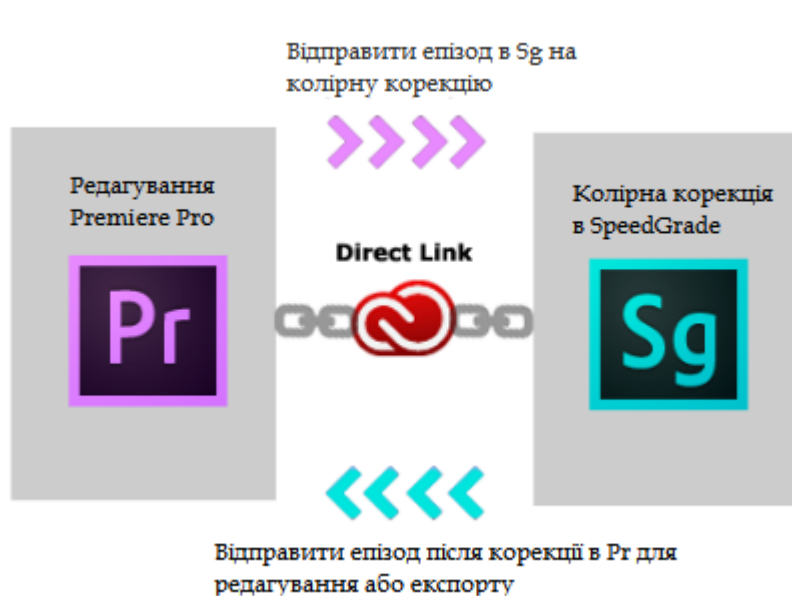


Рисунок 2.3 Робочий процес Direct-Link між Premiere Pro і SpeedGrade

В 2017 році Adobe припинив роботу над SpeedGrade, замість нього в Premiere з'явилася нова панель Lumetri Color, схожа на панель в Lightroom – рис. 2.4, яка дозволяє обробляти відеоряд безпосередньо на панелі «Таймлайн» в режимі редагування.

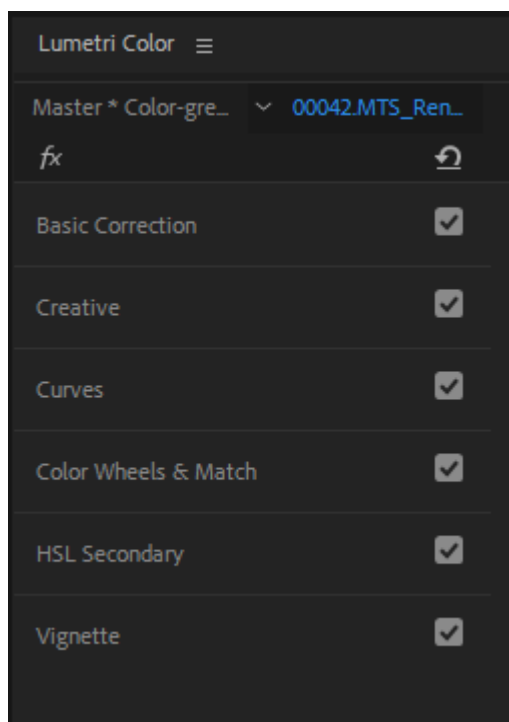


Рисунок 2.4 Панель Lumetri Color

Одне з головних правил кольорокорекції - з самого початку правильно знятого матеріалу отримати якісний кінцевий результат легше і дешевше.

Це стосується всіх, хто працює над виробництвом картини. Супервайзери, продюсери, оператори-постановники, режисери - всі, хто має відношення до створення фільму, повинні стежити, щоб кадри для подальшої кольорокорекції з самого початку знімалися правильним чином. Наприклад, для полегшення роботи колориста, оператору перед зйомкою може задати пресет LUT в налаштуваннях камери(LUT розшифровується як Look Up Table, або «Таблиця пошуку». Такі файли застосовуються в основному для переносу інформації про кольори з однієї програми до іншої.) Важливо досконально знати свою камеру і її можливості, тоді процес кольорокорекції пройде набагато легше. На рис.2.5 можна побачити кадри якісно відзнятого матеріалу. Однак не дивлячись на це рано чи пізно перед колористом стане завдання, коли одна камера зніме трохи світліше, друга - трохи темніше, і окремо вони виглядають добре, але в монтажі вони знаходяться поруч і необхідно їх зматчити(matching) – рис. 2.5, 2.6.

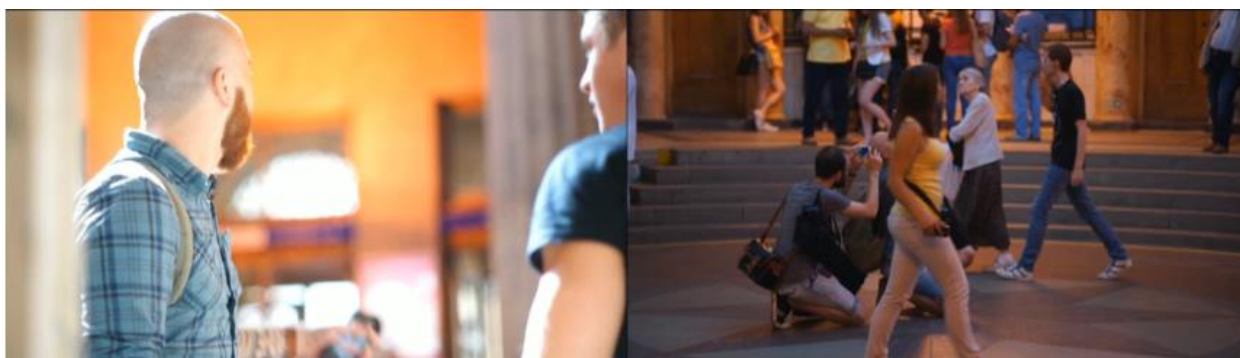


Рисунок 2.5 Природний колір шкіри, гарний синій, досить глибокі тіні

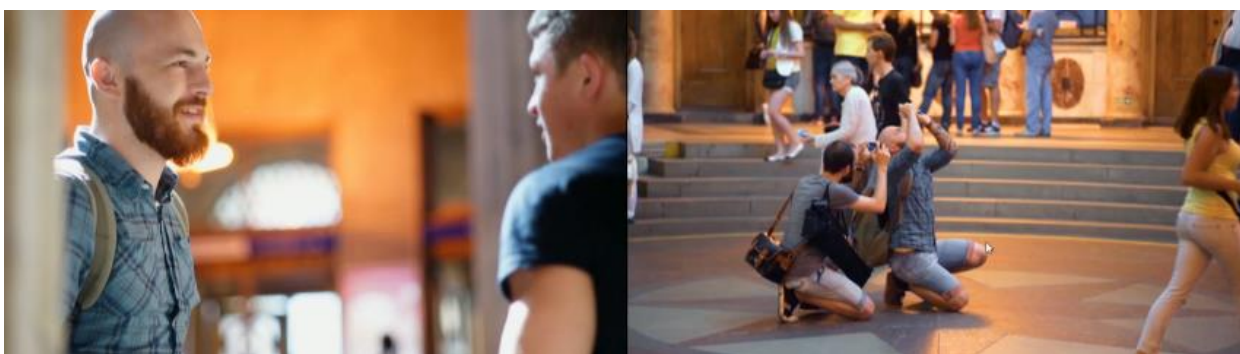


Рисунок 2.6 Зматчені кадри

2.1.1 Баланс білого

Спектральний склад світла, відбитого від об'єкта, залежить від колірної температури джерела освітлення. Людський мозок може адаптуватися до зміни умов освітлення, тому людина сприймає білий колір незалежно від того, де розташовані білі об'єкти - в тіні, під прямими сонячними променями або освітлені лампою накаливання.

Розглядаючи кімнату, освітлену в одному кутку люмінесцентною лампою, в іншому - лампою накаливання, а в середині - денним світлом з вікна, людина не відчуває незручностей від змішення різних джерел світла. При певній спостережливості можливо помітити різницю в кольорі джерел освітлення, але вона не здається надмірною.

Камера в свою чергу здатна налаштуватися тільки на якусь одну колірну температуру. Тому якщо для освітлення сцени використовуються різні джерела

світла, то або денне світло вийде насиченого блакитного відтінку, або світло лампи накаливання буде помаранчевим, або світло флюоресцентної трубки буде здаватися зеленим. Вважати білим кілька різних джерел одночасно камера не може. При зйомці їх світлові відмінності доводиться коригувати, налаштовуючи камеру так, щоб білим було основне джерело. Проте точно виставити баланс білого не завжди вдається, тому його корекція є важливим етапом.

Також згідно з деякими дослідженнями з тестами різних доступних профайлів використання плоского профайла (профайла, в якому різкість, контраст і насиченість кольору зведені до мінімуму) дозволяє відобразити набагато більше інформації за допомогою камери.

Компанії, які виготовляють камери, часто пропонують ряд профайлів, які надають зображенню контрастний і багатий вигляд, але при аналізі на моніторі, можна помітити провали в тінях і переосвітлення в світлих ділянках. У цих місцях інформація втрачена і її неможливо повернути.

Adobe Premiere має декілька інструментів для виправлення балансу білого.

Один з них – це WB Selector(піпетка) в розділі White Balance. Для виправлення балансу білого необхідно натиснути на нього, а потім обрати область на зображенні, яка повинна бути білою. Ctrl/Cmd-click - щоб обрати середнє значення 5×5 пікселів, а не просто натискання, яке буде відображати тільки один піксель. Це дасть набагато краще уявлення про колір, так як завжди будуть невеликі зміни в значеннях пікселів через шуми і артефакти стиснення. При натисканні Ctrl (Cmd) піпетка стане трохи товща, щоб вказати, що вона буде відображати більшу область.

Також в розділі White Balance є Температура(Temperature) і Відтінок(Tint). При переміщенні повзунок температура вліво - відеоряд стане холодніше, вправо - кольори стануть теплішими. За допомогою розділу відтінок можна зробити налаштування балансу білого для компенсації зеленого або пурпурного відтінку. Щоб додати зелений відтінок до відео необхідно перемістити повзунок вліво

(від'ємні значення), а щоб додати пурпурний відтінок - перемістити вправо (позитивні значення).

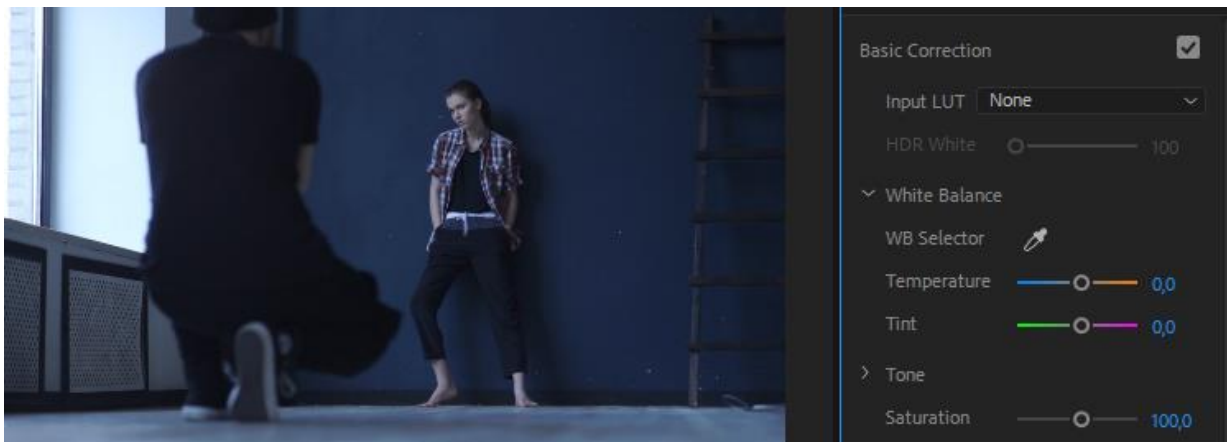


Рисунок 2.7 Довільний фрагмент відеоряду до використання WB Selector

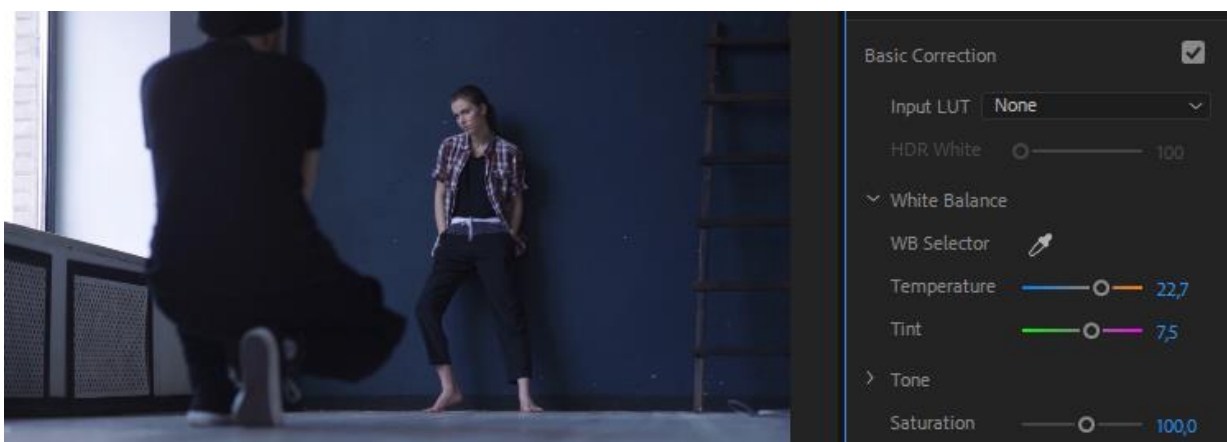


Рисунок 2.8 Довільний фрагмент відеоряду після використання WB Selector

На рис. 2.7-2.8 можна побачити стан повзунків температура і відтінок до і після використання WB Selector. Тобто баланс білого можна з їх допомогою налаштувати і вручну. У цьому випадку буде корисним такий інструмент як RGB Parade. Відео має три канали - червоний, зелений і синій. У параді RGB, кожен колір має свою індивідуальну форму сигналу, що представляє інтенсивність цього кольору зліва направо по зображенню. Чим більше схожі сигнали, тим більш збалансованим буде зображення. Ця область корисна при регулюванні

температури і колірного балансу відеоматеріалу. На рис. 2.9-2.10 можна побачити два RGB паради, один, де сильніше червоний канал, і один, де колір є більш збалансованим.

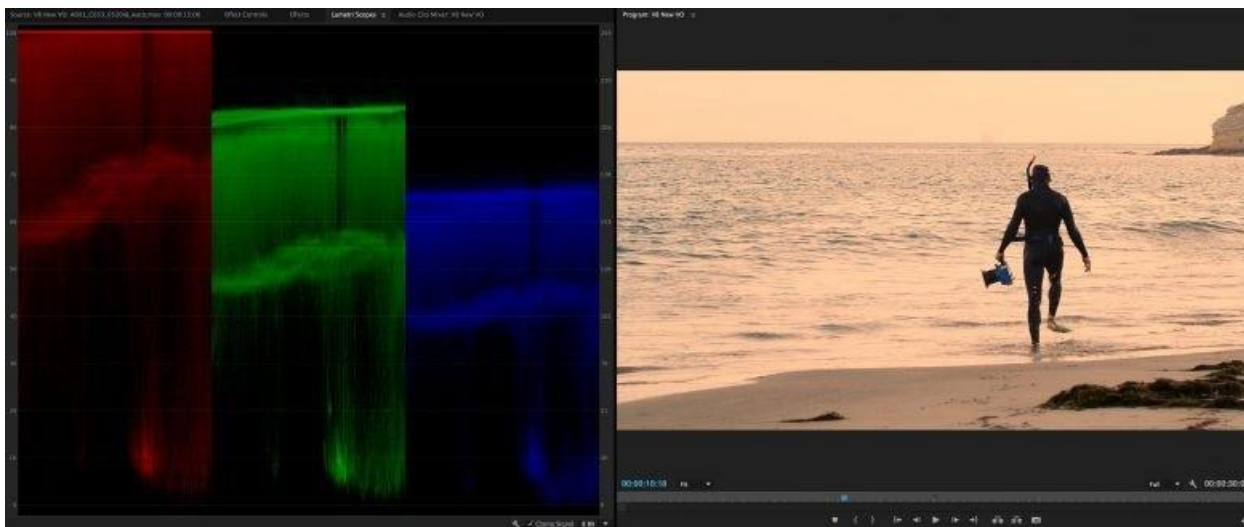


Рисунок 2.9 Довільний фрагмент відеоряду з незбалансованими червоним, синім і зеленим і відповідний RGB парад

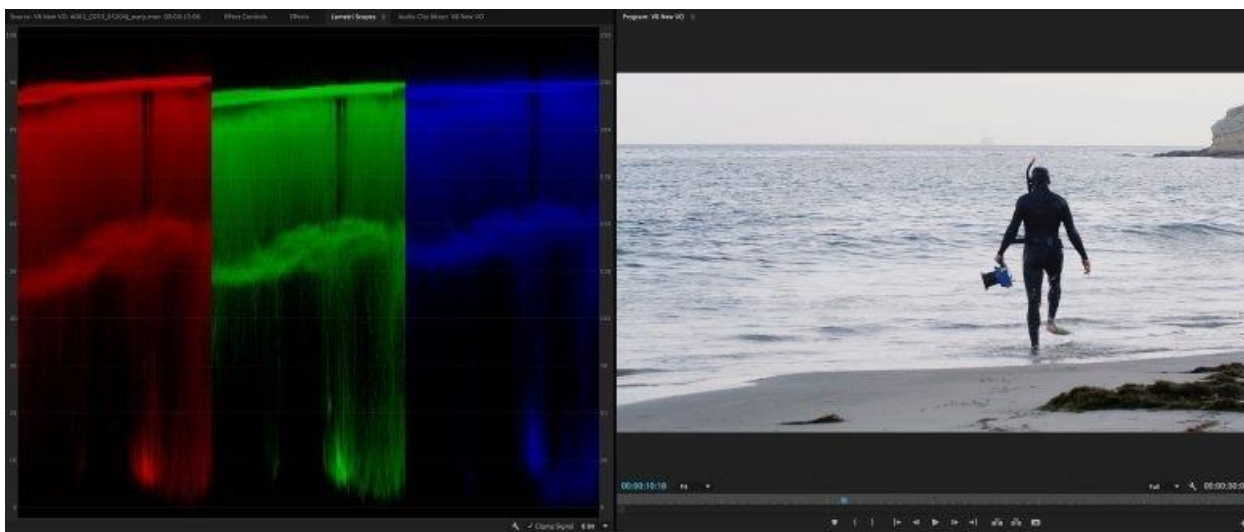


Рисунок 2.10 Довільний фрагмент відеоряду зі збалансованими червоним, синім і зеленим і відповідний RGB парад.

2.1.2 Робота зі світлом(Tone)

За допомогою різних елементів управління тоном можна налаштувати діапазон тонів відеоряду. Також цей розділ буде корисним якщо відеоряд знятий в профайлі, в якому різкість, контраст і насиченість кольору зведені до мінімуму.

Експозиція(Exposure)

Задає яскравість відеоряду. Пересування повзунка «Експозиція» вправо збільшує значення тонів і розширює відблиски, переміщення повзунка вліво зменшує значення тонів і розширює тіні.

Контрастність(Contrast)

Дозволяє збільшити або зменшити контрастність. Корекція контрастності, головним чином, впливає на середні тони кольору в відеоряді. Після збільшення контрастності області з переходом від середніх до темних тонів стають темнішими. За аналогією, зменшення контрастності робить області з переходом від середніх до світлих тонів ще світліше.

Підсвічування(Highlights)

Коригування яскравих областей. Щоб затемнити відблиски необхідними перетягнути повзунок вліво. Щоб зробити відблиски яскравіше, при цьому не допускаючи сильної втрати деталей - необхідно перетягнути повзунок вправо.

Тіні(Shadows)

Коригування темних областей. Щоб зробити темні ділянки темніше, при цьому не допускаючи сильної втрати деталей - необхідно перетягнути повзунок вліво, вправо - для освітлення темних ділянок і відновлення темних елементів.

Білий(Whites)

Коригування білих піків. Щоб зменшити втрати деталей зображення в областях відблисків - необхідно перетягнути повзунок вліво, або вправо - щоб збільшити втрати деталей відблисків.

Чорний(Blacks)

Коригування чорних піків. Необхідно перетягнути повзунок вліво для збільшення втрати деталей в областях затінку, при цьому більше ділянок зображення придбають чисто чорний колір, або вправо, щоб скоротити втрату деталей в тінях.

Скидання(Reset)

Скасовує зміни всіх елементів управління тоном, повертаючи до початкового значення.

Авто(Auto)

Щоб налаштувати загальний діапазон тонів, необхідно натиснути кнопку «Авто». При виборі параметра «Авто» Premiere Pro встановлює повзунки для максимального збільшення діапазону тонів і мінімізації втрати деталей в відблисках і тінях.

Насиченість(Saturation)

Рівномірно коригує насиченість всіх кольорів у відеокліпі. Для зменшення загальної насиченості необхідно перетягнути повзунок вліво, або вправо, щоб збільшити загальну насиченість.

При зміні цих параметрів буде корисним такий інструмент як Waveform монітор. Найголовніше, що монітори яскравості допомагають зберегти кадри в межах IRE (шкала, по якій вимірюють рівні яскравості, створена Інститутом Радіоінженерів). 0 на цій шкалі відповідає чорному кольору, 100 - білому. Все, що в проміжку між 40 - 60 IRE представляє напівтони. Все, що за 0 або 100 або недотриманими або перетримати, і такий відеоряд не відобразатиметься. На рис. 2.11 сигнал більш поширений за шкалою IRE, показуючи, що на знятому матеріалі більше контрасту. На рис. 2.12 форма хвилі концентрується до середини шкали IRE, що означає більш плоске зображення.

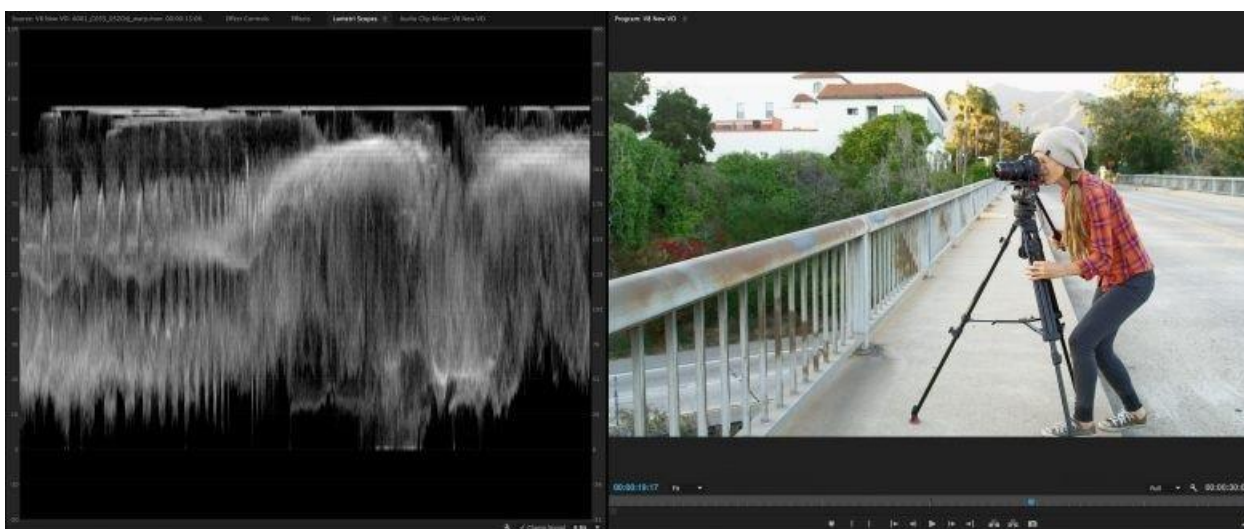


Рисунок 2.11 Фрагмент відеоряду з більшою контрастністю

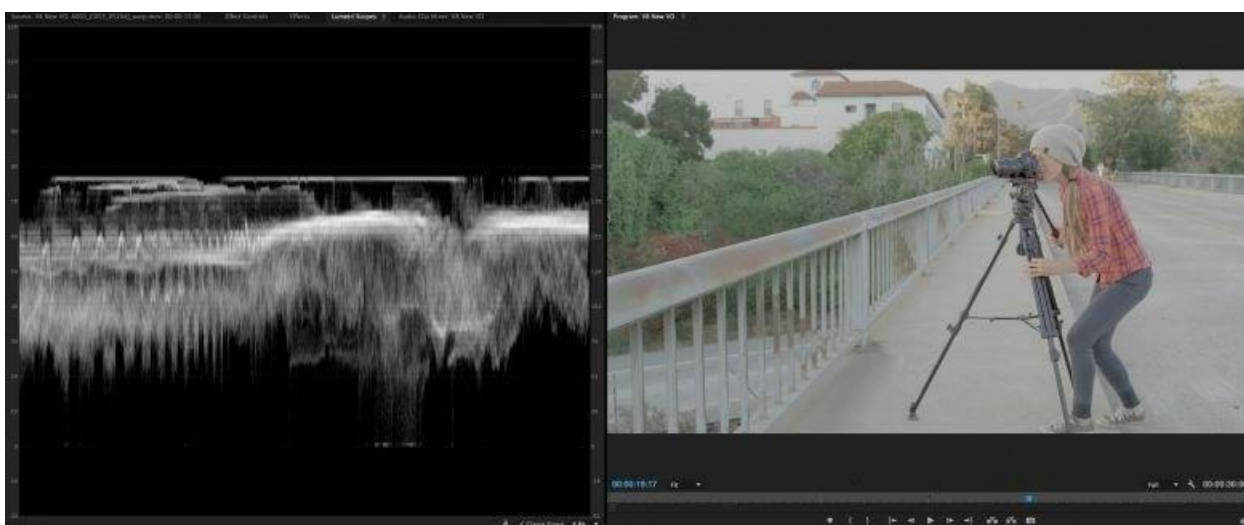


Рисунок 2.12 Фрагмент відеоряду з низькою контрастністю

Також буде корисним YUV Vectorscope, особливо при коригуванні насиченості. Ця область є іншим представленням червоного, зеленого і синього каналів, яка фокусується більше на відтінку і насиченості. Відтінок - це колірний баланс, а насиченість - це кількість кольору. На рис. 2.13-2.14 можна помітити, що чим далі ці пікселі знаходяться від центру, тим більш насичене зображення. Червоний, пурпурний, синій, блакитний, зелений і жовтий квадрати більшого розміру на вектороскопі представляють межі HD, за які не варто виходити, інакше при трансляцію буде неможливо розпізнати колір.

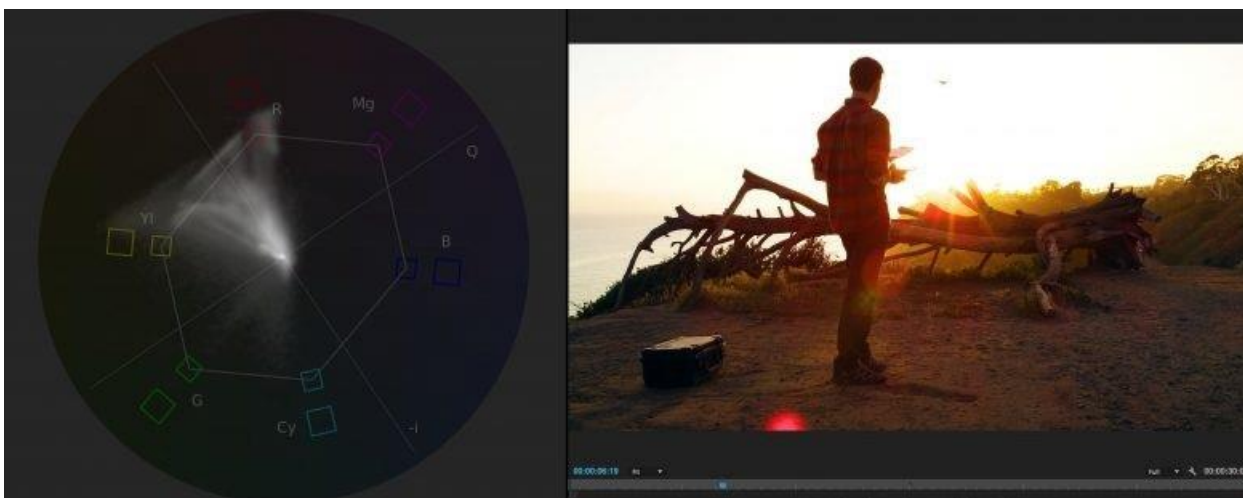


Рисунок 2.13 Фрагмент відеоряду з насиченістю 200

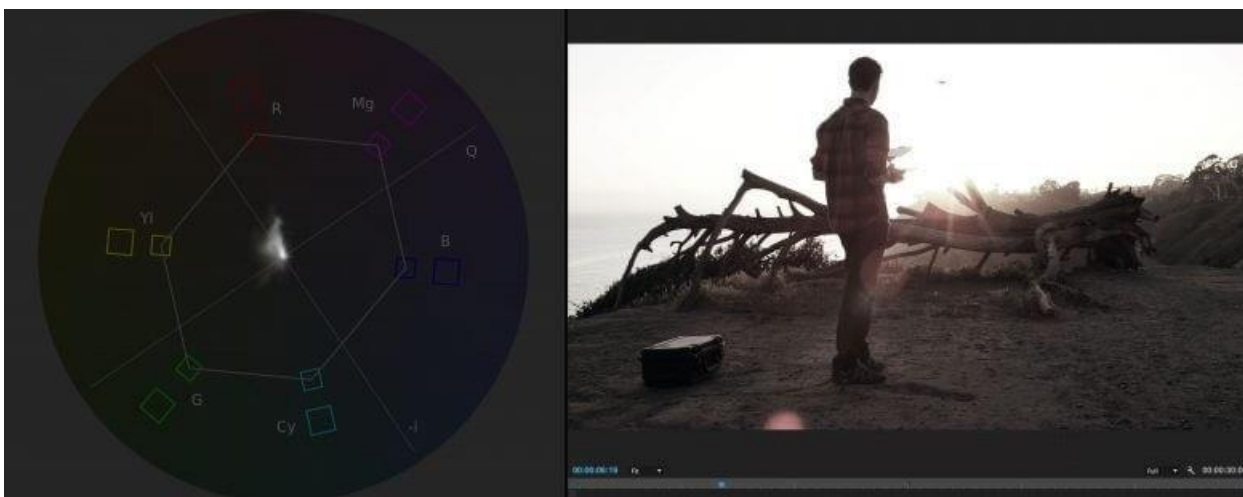


Рисунок 2.14 Фрагмент відеоряду з насиченістю 32

2.1.3 Розділ Creative, Look&Adjustment

Look

У розділі «Creative» можна скористатися розширеними функціями корекції. Можна легко застосовувати складні уявлення Lumetri Look і налаштовувати інші параметри, такі як барвистість і насиченість, за допомогою інтуїтивних повзунків і елементів управління.

На панелі «Колір Lumetri» є засіб перегляду шаблонних уявлень Look, яке дозволяє переглядати шаблони налаштувань Look у вигляді мініатюр перед їх

застосуванням. Якщо вам подобається картинка попереднього перегляду, то можете застосувати це представлення Look до відеоряду. На рис. 2.15 можна побачити приклад застосування різних представлень Look до одного кадру. Представлення Look можна використовувати як є або застосувати його до або після кольорокорекції користувача.



Рисунок 2.15 Застосування різних представлень Look

Інтенсивність (Intensity)

Регулює інтенсивність застосованого представлення Look. Щоб підсилити ефект застосованого представлення необхідно перетягнути повзунок справо, або вліво, щоб зменшити ефект.

Розділ Adjustment включає в себе наступні інструменти:

Вицвіла плівка (Faded Film)

Застосовує ефект вицвілою плівки до відеокліпу.

Збільшити чіткість (Sharpen)

Коригує різкість країв для створення більш чіткої відеокартинки. Необхідно перетягнути повзунок вправо для збільшення різкості країв або вліво

для її зменшення. При збільшенні різкості країв деталі відеокартинки стають чіткішими. Тому важливо стежити, щоб краї не стали надмірно різкими, інакше відеозображення буде виглядати неприродно.

Барвистість(Vibrance)

Дозволяє коригувати насиченість, щоб зменшити втрати від наближення кольорів до повного насичення. Ця настройка змінює насиченість всіх слабо насичених тонів, менше впливаючи на сильно насичені. Застосування елемента управління «Барвистість» сприяє також запобіганню надмірної насиченості відтінків шкіри.

Насиченість(Saturation)

Дозволяє рівномірно коригувати насиченість всіх кольорів в відеоряді від 0 (монохромне зображення) до 200 (зображення з подвоєною насиченістю).

Shadow Tint&Highlight Tint(Кола відтінків)

Значення відтінків в тінях і відблисках можна задати за допомогою кіл «Відтінок підсвічування» і «Відтінок тіні». Кола з порожнім центром показують, що ефект не застосовано. Щоб застосувати відтінок, потрібно натиснути в центрі кола і перетягнути курсор, щоб заповнити коло.

Баланс відтінку(Tint Balance)

Балансує надлишок пурпурного або зеленого відтінку в відеоряді.

2.1.4 Creative, RGB Curves&Hue Saturation Curve

Криві RGB дозволяють налаштувати яскравість і тонові діапазони в кліпі за допомогою кривих.

Основна крива керує яскравістю. Спочатку основна крива представлена у вигляді прямої білої діагональної лінії. Верхня права частина лінії представляє відблиски, а нижня ліва частина - тіні.

Налаштування основної кривої коригує значення відразу всіх трьох каналів

RGB. Також можна селективно налаштувати тональні значення тільки для червоного, зеленого або синього каналу. Щоб налаштувати різні тональні області необхідно додати контрольні точки безпосередньо на криву.

Щоб скорегувати тональну область необхідно натиснути на лінію кривої і перетягнути контрольну точку. Переміщення контрольної точки вгору або вниз робить тональну область, що коректується, світліше або темніше. Переміщення контрольної точки вліво або вправо збільшує або зменшує контрастність.

Щоб видалити контрольну точку, необхідно утримувати клавішу Ctrl (Windows) або Cmd (Mac OS) і натиснути на потрібну контрольну точку.

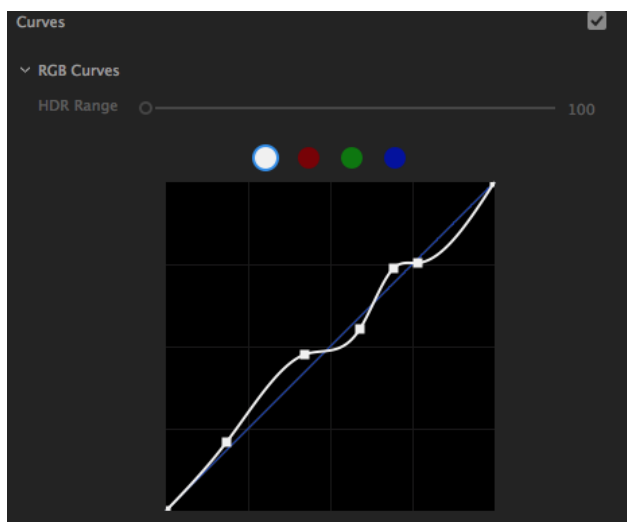


Рисунок 2.16 RGB Curves

Крива колірного тону насиченості (Hue Saturation Curve)

З її допомогою можна обрати конкретний тон в зображенні і посилити його. При використанні цього інструменту буде корисним YUV Vectorscope. На рис 2.17 можна побачити приклад використання кривої колірного тону насиченості та відповідне значення на YUV Vectorscope.



Рисунок 2.17 Приклад використання кривої колірного тону насиченості

2.1.5 Налаштування середніх тонів, тіней і відблисків(Color Wheels)

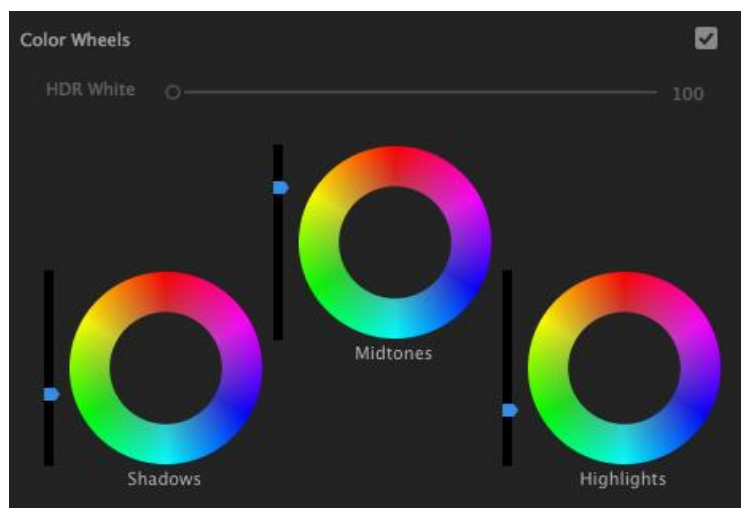


Рисунок 2.18 Color Wheels

Колірні кола використовуються щоб налаштувати рівні тіней, середніх тонів і відблисків. Для настройки замість кіл можна також використовувати відповідні повзунки.

Якщо кліп в цілому освітлений добре, можна скорегувати деталі тіней або відблисків, щоб зробити ці області яскравіше або темніше. Можна ізолювати

ділянки, які потрібно коригувати, і застосувати ці налаштування. Колірний круг середніх тонів використовується для налаштування загальної контрастності відеоряду.

Якщо центр кола порожній, значить, коригування не застосовували. Щоб заповнити кола і внести необхідні зміни необхідно натиснути в центрі кола і перетягнути курсор.

Якщо використовується повзунок, то необхідно перетягнути його вгору, щоб збільшити значення, або вниз, щоб зменшити його. Наприклад, можна перетягнути повзунок «Тіні» вгору, щоб освітлити тіні, а повзунок «Світлі тони» вниз, щоб затемнити відблиски.

2.1.6 HSL Secondary

Цей розділ дозволяє створювати цікаві образи, фокусувати глядачів на правильних частинах зображення і т. Д Користувач може обирати пікселі в межах обраного діапазону відтінків, насиченості і яскравості і налаштовувати тільки ці пікселі.

Тут можна виправити тон шкіри після додавання відтінку бузку, виділити плаття або логотип з іншої частини зображення і так далі. Також можна натиснути кнопку Invert Mask, щоб інвертувати виділення і відрегулювати всі інші пікселі, зберігши обрані, як вони є.

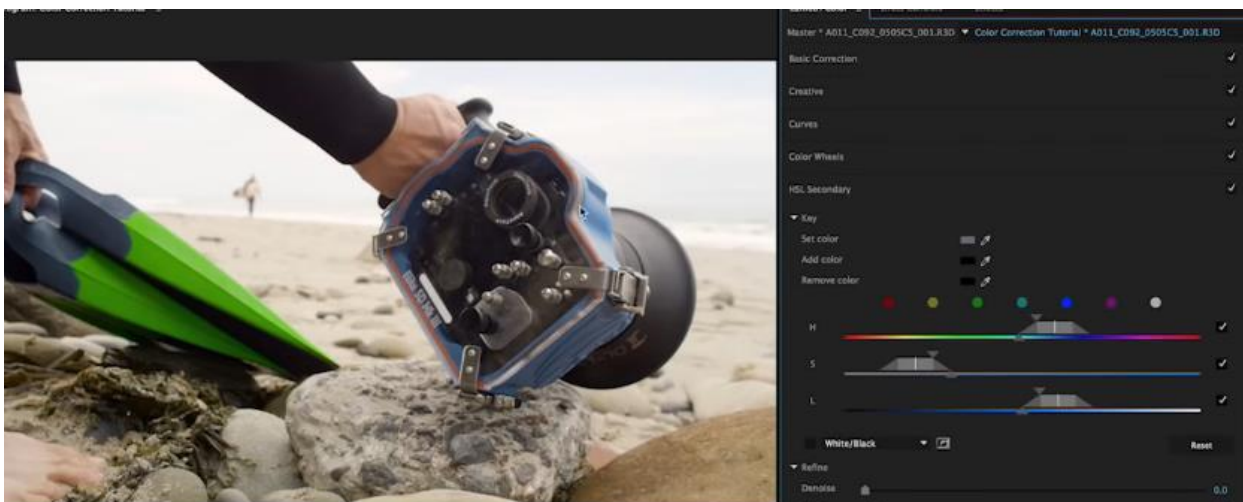


Рисунок 2.19 Вибір синього кольору на камері за допомогою піпетки

Для вибору, додавання або виключення діапазону можна використовувати піпетки. Для цього необхідно обрати інструмент «Піпетка», навести курсор на колірний діапазон, який потрібно використовувати, а потім натиснути ліву кнопку миші, щоб застосувати його. Якщо при наведенні курсору на панель монітора програми утримувати клавішу Cmd (Ctrl), можна задати для піпетки область виділення розміром 5 x 5 пікселів. Тепер можна обрати колірний діапазон з шаблонів налаштувань колірного діапазону (C / M / Y / R / G / B) як показано на рис. 2.19.

Щоб побачити, які пікселі обрані, ви можете обрати білий / чорний, кольоровий / чорний або кольоровий / сірий рис. 2.20. Яке уявлення маски, що найкращим чином відображає обрані пікселі, буде залежати від кадру. Після того, як були обрані кольори, які потрібно змінити за допомогою піпетки, можна почати налаштування слайдерів (відтінок, насиченість і рівні), щоб обрати більш широкий або більш вузький діапазон значень пікселів. Для цього необхідно перетягувати трикутник поверх кожного повзунки для встановлення відрегулювати діапазон, а нижній трикутник - зробити перехід між обраними і не обраними пікселями більш плавним. Щоб позбутися від невеликих плям в ключовий масці можна використати слайдер Denois, щоб пом'якшити маску - слайдер Blur. Для коригування обраного діапазону кольорів використовуються

інструменти розділу Correction, наприклад колірні кола.

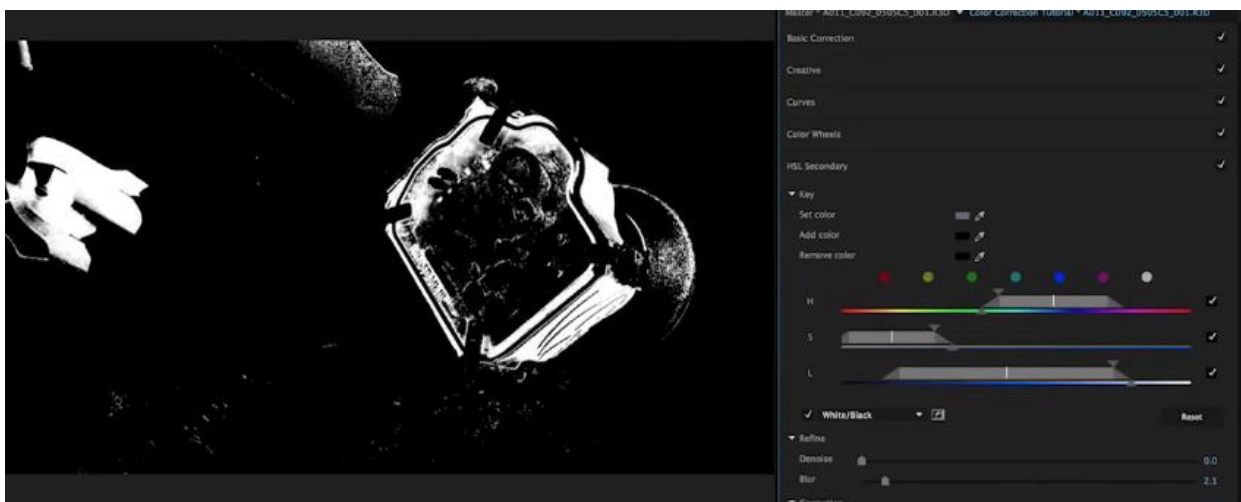


Рисунок 2.20 White/Black

Щоб зробити ключ на початковому кадрі, ключ HSL Secondaries в Lumetri дивиться на пікселі після розділів над ним. Таким чином, якщо колір був змінений в розділах вище HSL Secondaries в тому ж ефекті Lumetri або на Master Clip, будуть порушені клавiші HSL.

Якщо збільшити експозицію або охолодити відеоряд після того, як був відрегульований ключ, все HSL-маніпуляції повинні будуть бути виконані знову.

2.1.7 Vignette

Елементи управління ефектом «Vignette» дозволяють налаштовувати розмір, форму і величину освітлення або затемнення країв. Але тут відсутній вибір режимів змішування, а віньєтка завжди центрована. Проте це не єдиний інструмент, який дозволяє отримати подібний результат. Наприклад, ефект Circle, в якому можна регулювати розмір, форму, розташування віньєтування. Або ефект Color Matte, в якому можна створити маску і регулювати її розмір, положення, тощо.

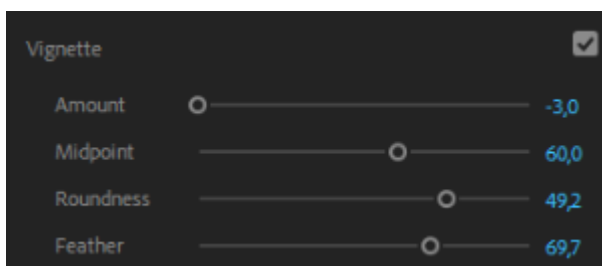


Рисунок 2.21 Інструменти розділу Vignette

2.1.8 View Comparison

Найбільш поширене використання View Comparison - це зіставлення різних кадрів.



Рисунок 2.22 Shot Comparison View перед будь-якими налаштуваннями



Рисунок 2.23 Можна перетягнути лінію поділу в вертикальному розрізі,

щоб порівняти відтінки шкіри і інші важливі кольори

Lumetri Scopes відображає уявлення в режимі порівняння, тому користувач може бачити два знімки пліч-о-пліч. Це особливо корисно для областей осциллограм в вертикальному розрізі(рис. 2.24).

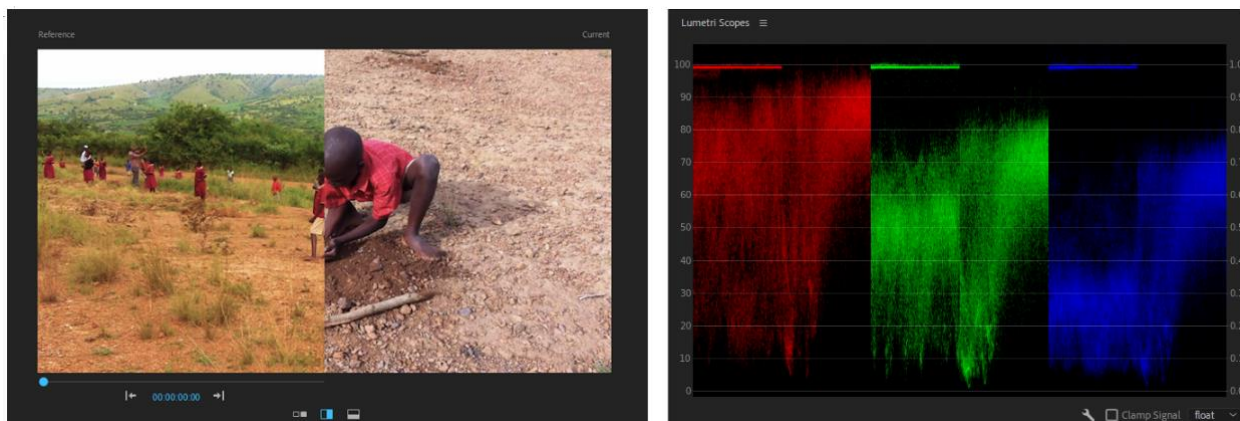


Рисунок 2.24 Вертикальний вид спліта показує, що кадр праворуч має набагато більше блакитного і трохи більше зеленого кольору, ніж кадр зліва.

Висновки до розділу

Проаналізовано панель Lumetri Color, яка дозволяє виконувати колірну корекцію, яка може бути розроблена декількома шляхами.

Показано, що монітори яскравості є важливим інструментом при корекції кольору. Waveform монітор відображає рівні яскравості зліва направо по зображенню, RGB Parade корисний при регулюванні температури і колірного балансу, YUV Vectorscope є іншим представленням червоного, зеленого і синього каналів, який фокусується більше на відтінках і насиченість, а головне – вони допомагають зберегти кадри в межах IRE.

Досліджено, що в середніх тонах живуть обличчя: зазвичай в експозиції значення IRE для шкіри в Waveform - 60-70 IRE. Також лінія шкіри однакова для всіх рас і відтінків шкіри в Vectorscope.

3. КОЛІРНІ МОДЕЛІ

3.1.1 Сприйняття кольору людиною

Фоторецептори, які розташовані на поверхні сітківки людського ока, відіграють роль приймачів світла. Кришталік - це своєрідна лінза, що формує зображення, а райдужна оболонка виконує роль діафрагми, регулюючи кількість світла, що пропускається всередину ока. Чутливі клітини ока неоднаково реагують на хвилі різної довжини. Інтенсивність світла є міра енергії світла, що впливає на око, а яскравість - це міра сприйняття оком цього впливу.

Фоторецептори поділяються на два види: палички та колбочки. Палички є високочутливими елементами і працюють в умовах слабкого освітлення. Вони нечутливі до довжини хвилі і тому не "розрізняють" кольору. Колбочки ж, навпаки, мають вузьку спектральну криву і "розрізняють" колір. Паличок існує тільки один тип, а колбочки поділяються на три види, кожен з яких чутливий до певного діапазону довжин хвиль (довгі, середні або короткі). Чутливість їх також різна.

На рис. 3.1 представлено криві чутливості колбочок для всіх трьох видів. Видно, що найбільшою чутливістю володіють колбочки, що сприймають кольори зеленого спектра, небагато слабкіше - "червоні" колбочки й істотно слабкіше - "сині".

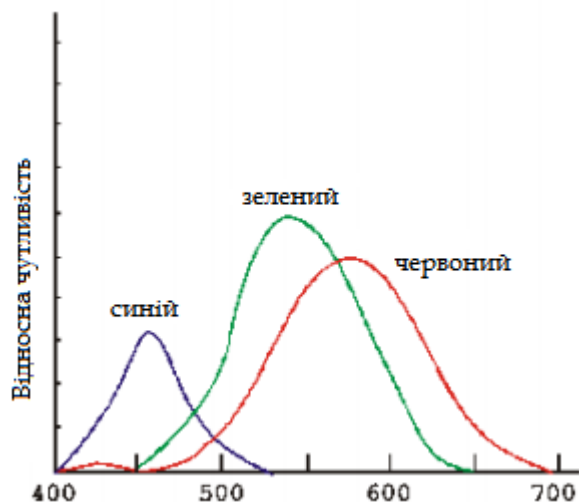


Рисунок 3.1 Криві чутливості різних рецепторів

Таким чином, якщо функція $C(\lambda)$ характеризує спектральне розкладання світлового випромінювання від деякого джерела (рис. 3.1), т. е. розподіл інтенсивності по довжинах хвиль, то три типи колбочок будуть надсилати в мозок сигнали R,G,B(червоний, зелений, синій), потужність яких визначається інтегральними співвідношеннями

$$R = \int C(\lambda) S_R(\lambda) d\lambda,$$

$$G = \int C(\lambda) S_G(\lambda) d\lambda,$$

$$B = \int C(\lambda) S_B(\lambda) d\lambda,$$

де S_R, S_G, S_B - функції чутливості відповідних типів колбочок.

Якщо світло, що сприймається оком, містить всі видимі довжини хвиль у приблизно рівних кількостях, то він називається ахроматичним і при максимальній інтенсивності сприймається як білий, а при більш низьких інтенсивностях - як відтінки сірого кольору. Інтенсивність відбитого світла зручно розглядати в діапазоні від 0 до 1, і тоді нульове значення буде відповідати чорному кольору. Людське око здатне розрізнити до 400 перехідних відтінків від білого до чорного. Якщо ж світло містить довжини хвиль у нерівних пропорціях,

то він є хроматичним. До хроматичних кольорів відносяться червоний, жовтий, помаранчевий, зелений, синій, фіолетовий кольори і всі їх суміші. Хроматичні кольори ми бачимо індивідуально. Об'єкт, що відбиває світло, сприймається як кольоровий, якщо він відбиває або пропускає світло у вузькому діапазоні довжин хвиль. Точно так само й джерело світла сприймається як кольорове, якщо воно випускає хвилі у вузькому діапазоні довжин.

Колірний графік МКО

Тривимірна природа сприйняття кольору дозволяє відображати його в прямокутній системі координат. Будь-який колір можна зобразити у вигляді вектора, компонентами якого є відносні значення червоного, зеленого і синього кольорів, обчислені за формулами

$$r = \frac{R}{R + G + B}, g = \frac{G}{R + G + B}, b = \frac{B}{R + G + B}$$

Оскільки ці координати в сумі завжди становлять одиницю, а кожна з координат лежить в діапазоні від 0 до 1, то всі представлені таким чином точки простору будуть лежати в одній площині, причому тільки в трикутнику, що відтинається від неї позитивним октантом системи координат (рис. 3.6). При такому поданні всю безліч точок цього трикутника можна описати за допомогою двох координат, так як третя виражається через них за допомогою співвідношення

$$b = 1 - r - g$$

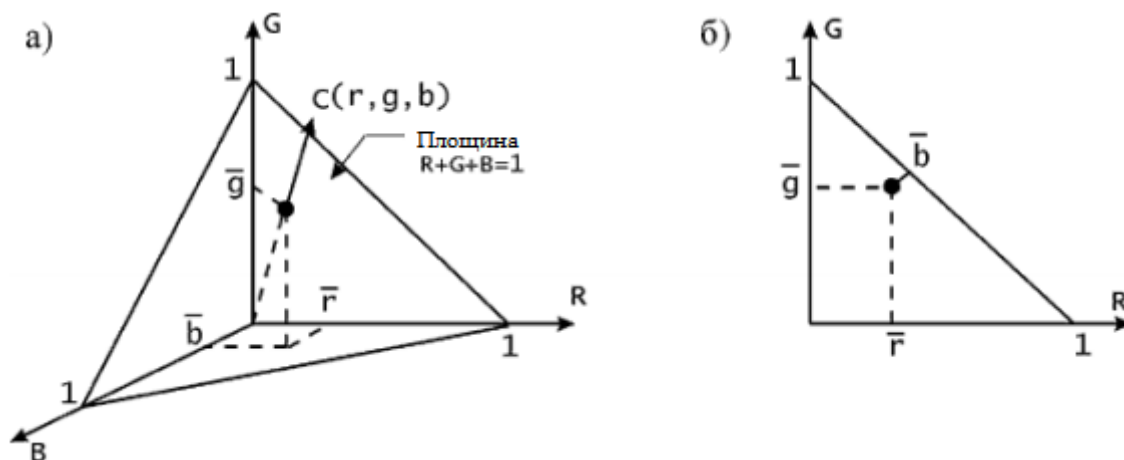


Рисунок 3.5. Тривимірний колірний простір

З використанням такого перетворення в 1931 р. були розроблені міжнародні стандарти визначення і вимірювання кольорів. Основою стандарту став так званий двовимірний колірний графік МКО. Оскільки, як показали фізичні експерименти, додаванням трьох основних кольорів можна одержати не всі можливі колірні відтінки, то в якості базисних були обрані інші параметри, отримані на основі дослідження стандартних реакцій ока на світло. Ці параметри - X, Y, Z - є чисто теоретичними, оскільки побудовані з використанням негативних значень основних складових кольору. Трикутник основних кольорів був побудований так, щоб охоплювати весь спектр видимого світла. Крім того, рівна кількість всіх трьох гіпотетичних кольорів у сумі дає білий колір. Координати кольоровості будуються так само, як і в наведеній вище формулі:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, y = \frac{Y}{X + Y + Z}, z = \frac{Z}{X + Y + Z}, x + y + z = 1$$

При проекції цього трикутника на площину виходить колірний графік МКО. Але координати кольоровості визначають тільки відносну кількість основних кольорів, не задаючи яскравості результуючого кольору. Яскравість можна задати координатою Y , а X, Z визначити виходячи з величин (x, y, Y) , за формулами

$$X = \frac{Y}{y}x, Z = \frac{Y}{y}(1 - x - y)$$

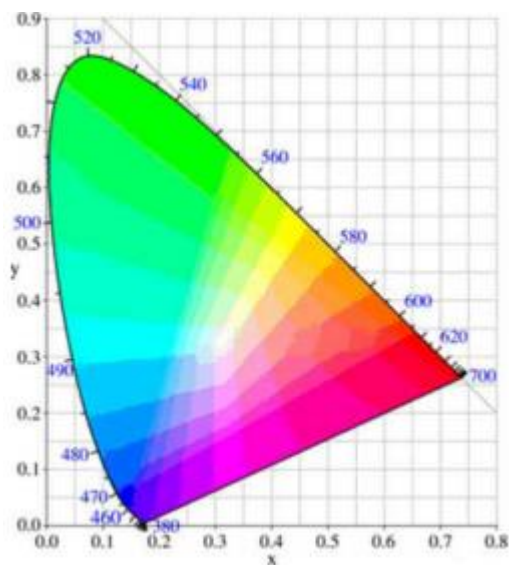


Рисунок 3.2. Колірний графік МКО. На контурі зазначені довжини хвиль у нанометрах

Колірний графік МКО наведений на рис. 3.6. Область, обмежена кривою, охоплює весь видимий спектр, а сама крива називається лінією спектральних кольорів. Числа, проставлені на малюнку, означають довжину хвилі у відповідній крапці. Точка C , що відповідає полуденному освітленню при суцільній хмарності, прийнята в якості опорного білого кольору.

Колірний графік зручний для цілого ряду завдань. Наприклад, з його допомогою можна одержати додатковий колір: для цього треба провести промінь від даного кольору через опорну точку до перетину з іншою стороною кривої (кольори є додатковими один до одного, якщо при складанні їх у відповідній пропорції виходить білий колір). Для визначення домінуючої довжини хвилі будь-якого кольору також проводиться промінь з опорної точки до перетину з даними кольором і продовжується до перетину з найближчою точкою лінії колірностей.

Для змішування двох кольорів використовуються закони Грассмана. Нехай два кольори задані на графіку МКО координатами $D_1 = (x_1, y_1, Y_1)$ і $D_2 = (x_2, y_2, Y_2)$. Тоді змішування їх дає колір $D_{12} = (x_1 + x_2, y_1 + y_2, z_1 + z_2)$. Якщо

ввести позначення $t_1 = \frac{Y_1}{y_1}, t_2 = \frac{Y_2}{y_2}$, то отримаємо координати колірності суміші $x_{12} = \frac{x_1 t_1 + x_2 t_2}{t_1 + t_2}, y_{12} = \frac{y_1 t_1 + y_2 t_2}{t_1 + t_2}, Y_{12} = Y_1 + Y_2$.

Координати МКО є точним стандартом визначення кольору. Але в різних областях, що мають справу з кольором, є свій підхід до його моделювання. Зокрема, може використовуватися інший набір основних кольорів. Комп'ютерна графіка опирається на систему RGB, тому представляє інтерес перехід між цими двома наборами кольорів (іншими словами, перетворення координат колірності).

3.1.2 Колірні моделі RGB і CMY

Колірні моделі, що використовуються в комп'ютерній графіці, - це засоби опису кольорів в певному діапазоні.

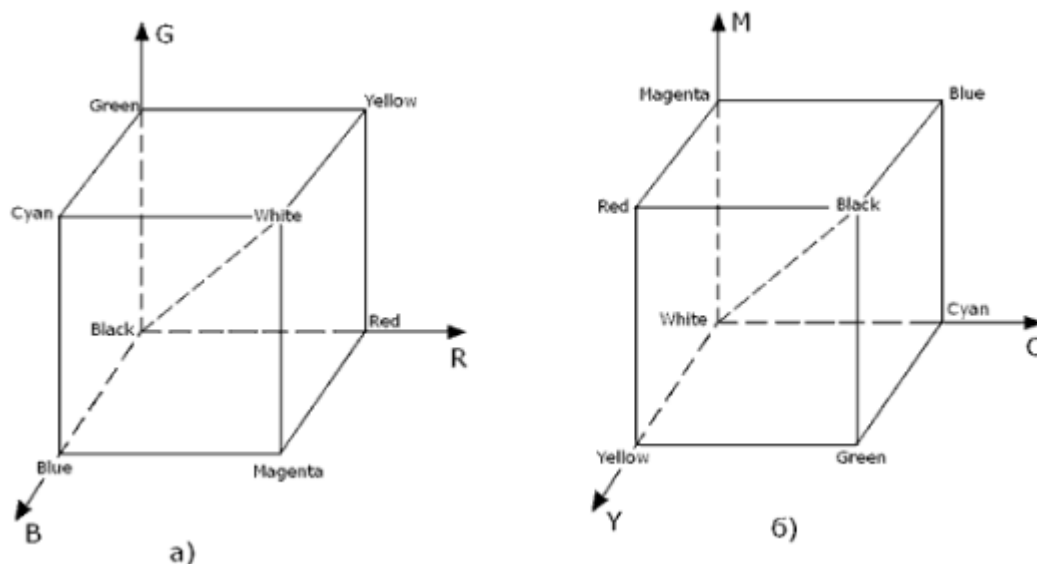


Рисунок 3.3. Колірний куб для моделей RGB і CMY

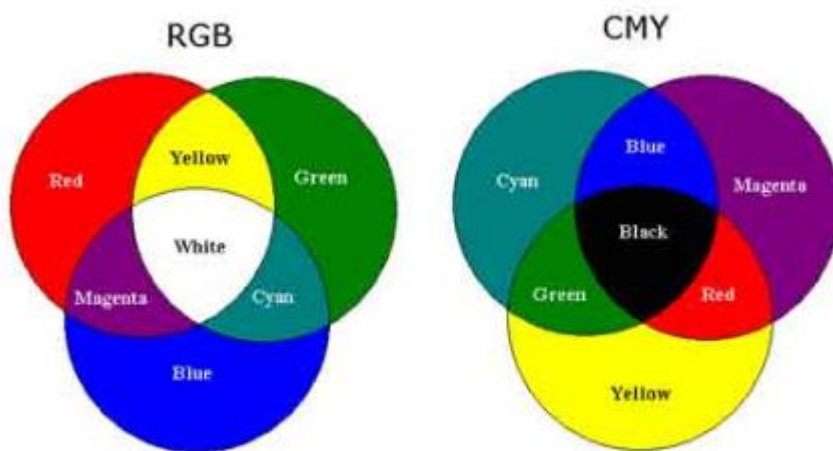
На основі описаних вище фізичних уявлень в комп'ютерній графіці прийнята так звана адитивна кольорова модель, яка використовує три первинних складових кольору. Ця модель передбачає, що будь-який колір можна розглядати як зважену суму трьох основних кольорів. Проілюструвати її можна на прикладі

освітлення сцени за допомогою трьох прожекторів різного кольору. Кожен прожектор керується незалежно, і шляхом зміни потужності кожного з них можна відтворити практично всі кольори. У моделі RGB колір можна представити у вигляді вектора в тривимірній системі координат з початком відліку в точці (0,0,0). Максимальне значення кожної з компонент вектора прийемо за 1. Тоді вектор (1,1,1) відповідає білому кольору. Всі колірні вектори, таким чином, поміщені всередині одиничного куба, який називають колірним кубом (рис. 3.3).

Інша модель змішування кольорів - субстрактивна колірна модель, або модель CMY, що використовує в якості первинних складових кольору Cyan, Magenta, Yellow (блакитний, пурпурний, жовтий), які є додатковими до Red, Green, Blue. У цій моделі відтінки кольору виходять шляхом "віднімання" з падаючого світла хвиль певної довжини. У цій системі координат вектор (0,0,0) відповідає білому кольору, а вектор (1,1,1) - чорному. Відповідний колірний куб представлений на рис. 3.3б.

Зв'язок між значеннями (R, G, B) і (C, M, Y) для одного і того ж кольору виражається формулою

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$



Мал. 3.4. Схема змішування кольорів для моделей RGB і CMY

Кольори однієї моделі є додатковими до кольорів іншої (додатковий колір - це колір, результатом змішання якого з даними є білий). Схема змішування кольорів для двох моделей представлена на рис. 3.4. Приклад субстрактивного формування відтінків показаний на рис. 3.5. При освітленні падаючим білим світлом в шарі блакитної (Cyan) барви з спектра білого кольору поглинається (віднімається) червона частина як додатковий колір, потім з світла, що залишився, в шарі пурпурної (Magenta) барви поглинається зелена частина спектра, і, нарешті, від білої поверхні відбивається синій колір, який ми і бачимо. Таким чином, змішення блакитного і пурпурного кольорів дає в підсумку синій колір.

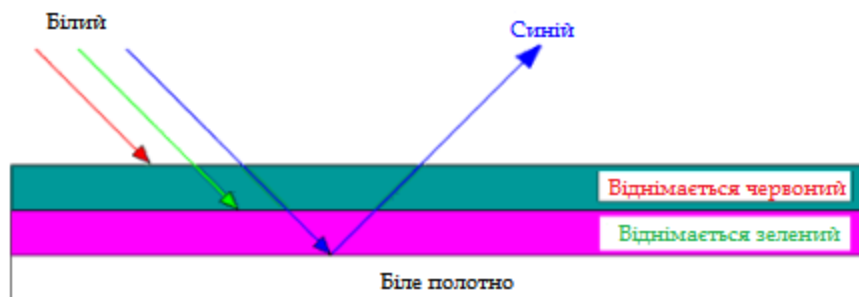


Рисунок 3.5 Субстрактивне формування відтінків

Растрові дисплеї, як правило, використовують апаратно-орієнтовану кольірну модель RGB. Існують також дисплеї з таблицею колірності, що представляє собою матрицю, кожен елемент якої - деякий колір (вектор RGB). У таких дисплеях значення кодів пікселів, що заносяться у відеопам'ять, являють собою індекси матриці колірності. При відображенні деякого пікселя на екран за значенням коду вибирається елемент таблиці колірності, що містить значення R, G, B. Ці значення й передаються на монітор для задання кольору пікселя на екрані.

У повнокольірних дисплеях для кожного пікселя у відеопам'ять заносяться трійка значень R, G, B. У цьому випадку для відображення пікселя з відеопам'яті безпосередньо вибираються значення R, G, B, які й передаються на монітор (але

можуть і передаватися в таблицю колірності).

3.1.3 Автоматичний баланс білого

Світло від різних джерел має різне колірне забарвлення. Фізика пояснить цей факт наступним чином: якщо нагрівати будь чорне фізичне тіло, то воно буде випромінювати електромагнітні хвилі, ці хвилі розподіляються в інфрачервоному діапазоні. Коли температура підніметься, ці електромагнітні хвилі будуть в діапазоні видимого світла. Наприклад, нагріте до температури близько 1800-2000 К чорне фізичне тіло буде випромінювати червоно-оранжеве світло.

За умови підвищення температури, спектр випромінювання починає зміщуватися до більш холодних кольорів, поступово від жовтого до зеленого, блакитного, синього, фіолетового і далі буде перехід в ультрафіолет і радіохвилі. Виходячи з цього, для зручності термінології, відтінок світла характеризують колірною температурою, що позначається в Кельвінах.

Сутінки	12000 K
Тінь при денному світлі	7500 K
Денне світло опівдні / Спалах	6500 K
Хмарно	5500 K
Люмінісцентні лампи	4000 K
Галогенні лампи розжарювання	3200 K
Світанок / Захід	3000 K
Лампа розжарювання	2800 K
Світло від свічки	1800 K

Рисунок 3.6 Сприйняття освітлення в Кельвінах

Людське око сприймає білий колір не залежно від зовнішньої освітленості, але і він дає збій якщо швидко зайти з вулиці, залитій яскравим сонячним світлом, в приміщення з жовтим світлом від лампи розжарювання - долі секунди всі кольори будуть з жовтим відтінком, поки око не адаптується.

В цьому випадку спрацьовує зоровий аналізатор, а сучасні цифрові камери

мають електронний аналізатор кольору, який називається Автоматичним балансом білого.

3.2 Методи корекції балансу білого

Методи балансу білого зазвичай оцінюють джерело світла кадру з використанням отриманого зображення і використовують цю інформацію для коригування інтенсивності кольору в зображенні для досягнення коректного за кольором виду [26]. Типовий функціональний потік процесу виглядає наступним чином

Оцінка освітленості → Оцінка параметрів ББ → Корекція ББ (корекція зображення)

3.2.1 Gray world

Сірий світ є одним із найпростіших методів оцінки. Основною передумовою появи цього методу є той факт, що при нормальній кольоровій збалансованій фотографії середнє значення всіх кольорів є нейтральним сірим.

Тобто при реалізації цього методу виходять із припущення, що в кольоровому зображенні в середньому присутні в рівних кількостях компоненти трьох основних кольорів: червоного, зеленого і синього (R, G, B) . а також вважають, що спектральна чутливість камери, що використовується, не вносить колірних спотворень. Суть методу полягає в тому, що спочатку розраховуються середні значення інтенсивностей $\bar{R}, \bar{G}, \bar{B}$ по всіх трьох каналах

$$\bar{R} = \frac{1}{KN} \sum_{k=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{N-1} R(k, n), \quad \bar{G} = \frac{1}{KN} \sum_{k=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{N-1} G(k, n), \quad \bar{B} = \frac{1}{KN} \sum_{k=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{N-1} B(k, n),$$

де K і N - кількість рядків і стовпців (кількість пікселів в рядку) в зображенні, k і n - номери рядка і стовпчика, що визначають положення пікселя в зображенні.

Заключним етапом обробки є масштабування інтенсивностей колірних компонентів кожного пікселя відповідно за формулами

$$R_{\text{рез}} = R_n \frac{C}{\bar{R}}, G_{\text{рез}} = G_n \frac{C}{\bar{G}}, B_{\text{рез}} = B_n \frac{C}{\bar{B}},$$

де R_n, G_n, B_n - значення інтенсивностей пікселів, що коригуються, $R_{\text{рез}}, G_{\text{рез}}, B_{\text{рез}}$ - результуючі (скориговані) значення інтенсивностей пікселів, C - постійний для всіх трьох каналів коефіцієнт.

3.2.2 Метод корекції балансу білого заснований на White Patch Retinex

В даному методі ББ оцінка освітленості проводиться методом WPR [23], а потім обчислюється Корельована колірна температура (ККТ) [24]. Параметри корекції ББ обчислюються відповідно до вимог моделі лінійного перетворення [25], що використовується ступінню корекції ББ.

Оцінка освітленості

The White Patch Retinex Method - спрощена версія алгоритму retinex, покладається на наявність білої плями десь на зображенні для оцінки джерела світла.

Ідея полягає в тому, що якщо в області зору є незаповнена пляма або незабарвлена частина шару в полі зору, то ця пляма передає максимальне світло, можливе для кожного колірного каналу, і, отже, являє колір освітлювальний. Замість того, щоб шукати білі плями на зображенні, алгоритм WPR використовує інтенсивність k в якості оцінки джерела світла, так що всі пікселі з інтенсивністю вище k складають деякий $p\%$ від загальної кількості пікселів на зображенні. Для зображення f розмірності $M \times N$ з L можливими унікальними рівнями сірого в діапазоні $[0, L - 1]$ оцінка освітленості в каналі $c \in (\text{red, green, blue})$ виходить як

$$I_c = k \left| \sum_{j=k}^{L-1} h_c(j) > \frac{pMN}{100} \text{ AND } \sum_{j=k+1}^{L-1} h_c(j) < \frac{pMN}{100} \right|$$

де h_c - гістограма для колірного каналу f_c , а ic знаходиться в діапазоні $[0,$

L-1]. Така оцінка освітленості точна, коли білі плями присутні в сцені або в ній присутні досить різноманітні кольори.

Корельована оцінка колірної температури: Враховуючи колірний склад джерела світла, відповідний ККТ оцінюється з використанням моделі, запропонованої Ернандес-Андресом. Ця модель приймає колір освітлення в колірному просторі CIE тисяча дев'яносто тридцять одна XYZ як вхідний сигнал і обчислює відповідну ККТ як

$$KKT = A_0 + A_1 e^{\frac{H}{t_1}} + A_2 e^{\frac{H}{t_2}} + A_3 e^{\frac{H}{t_3}}$$

Де $H = -(x - x_e)/(y - y_e)$, де x і y – хроматичні значення кольоровості для підрахованого джерела світла $\{c = \{c_s | c_s \in \{\text{red, green blue}\}\}$ в CIE 1931 XYZ колірному просторі, а $x_e, y_e, A_0, A_1, A_2, A_3, t_1, t_2, t_3$ – є константами моделі.

Оцінка параметрів балансу білого

Лінійна модель корекції зображення використовує операції масштабування і зсуву за значеннями кольору, щоб отримати освітлений незмінний опис сцени. Відповідно коефіцієнти посилення можна визначити як відношення еталонного / канонічного джерела світла $I = \{I_c | c \in \{\text{red, green blue}\}\}$ до розрахованого джерела світла (c_s) (див. Eq.3) і запропонована схема ББ визначає I як

$$I_c = I_{green} \forall c \in \{\text{red, green blue}\}$$

I значення зміщення розраховуються як

$$\tau_{red} = \max\left(1, \frac{KKT - KKT_{Ref}}{A}\right) \times (\kappa_{red} - 1)$$

$$\tau_{green} = 0$$

$$\tau_{blue} = \max\left(1, \frac{KKT_{Ref} - KKT}{A}\right) \times (\kappa_{blue} - 1)$$

Тут KKT_{Ref} позначає ККТ канонічного / довідкового джерела світла і A (= 100) є константою [19].

Тепер позначимо κ і τ як діагональні перетворення і подання стовпців

матриці для двох параметрів ББ (коефіцієнти посилення і зміщення), що використовуються в лінійної моделі, яка застосовується в процесі корекції ББ, тоді вони визначаються як

$$\kappa = \begin{bmatrix} \kappa_{red} & 0 & 0 \\ 0 & \kappa_{green} & 0 \\ 0 & 0 & \kappa_{blue} \end{bmatrix} \text{ і } \tau = \begin{bmatrix} \tau_{red} \\ \tau_{green} \\ \tau_{blue} \end{bmatrix}$$

Корекція балансу білого

Для пікселя в місці розташування (x, y) в зображенні f процес корекції ББ визначається як

$$f_{wb}(x, y) = \kappa \times f(x, y) + \tau,$$

$$\text{тут} \quad f(x, y) = [f_{red}(x, y) \ f_{green}(x, y) \ f_{blue}(x, y)]^T \quad \text{і}$$

$f_{red}(x, y), f_{green}(x, y), f_{blue}(x, y)$ є значення шкали сірого для трьох кольорних каналів, а f_{wb} - білий збалансований вихід[26].

3.3 Особливості роботи з відео в Matlab

Matlab являє собою оптимізований інструмент для роботи з матрицями і багатомірними масивами, крім цього існує величезна кількість розширень (Toolboxes) для вирішення завдань оптимізації, статистичних розрахунків, обробки сигналів і зображень тощо.

Редагування відео та відеоаналіз в Matlab виконується так само, як аналіз і редагування зображень з тією різницею, що результатом читання файлу буде багатомірна матриця зображень. Наступним кроком буде виконання деяких змін чи аналіз зображень, після чого - створення нового відео з оброблених зображень, вставлених в одну послідовність.

3.3.1 Використання VideoReader для читання відео

Об'єкт VideoReader може бути використаний для читання файлів, що

містять відеодані. Об'єкт містить інформацію про відеофайл і дозволяє зчитувати дані з відео. Створити об'єкт VideoReader можна за допомогою функції VideoReader, запросити інформацію про відео за допомогою властивостей об'єкта, а потім прочитати відео з використанням функцій об'єкта.

`v = VideoReader(filename)` - створює об'єкт `v` для читання відеоданих з файлу з ім'ям `filename`.

`v = VideoReader(filename, Name, Value)` - встановлює властивості `CurrentTime`, `Tag` і `UserData`, використовуючи пари ім'я-значення. Наприклад, `VideoReader('myfile.mp4', 'CurrentTime', 1.2)` починає читати з 1.2 секунди в відео. Можна вказати кілька пар ім'я-значення. Спочатку йде ім'я властивості в одинарних лапках, а потім його значення.

Об'єкт VideoReader має властивості, що містять інформацію про відеофайл. Властивості доступні тільки для читання, крім `CurrentTime`, `Tag` і `UserData`. Переглянути або змінити значення властивостей можна після створення об'єкта. Властивості VideoReader наведено в додатку 2.

3.3.2 Використання VideoWriter для запису відео

За допомогою об'єкта VideoWriter створюється відеофайл з масиву або фільму MATLAB. Об'єкт містить інформацію про відео і властивості, які керують вихідним відео. Створити об'єкт VideoWriter можна за допомогою функції VideoWriter, необхідно вказати його властивості, а потім записати відео за допомогою функцій об'єкта.

`v = VideoWriter(filename)` - створює об'єкт VideoWriter для запису відео в файл AVI з стисненням Motion JPEG.

`v = VideoWriter(filename, profile)` - додатково застосовує набір властивостей, адаптованих до певного файлового формату (наприклад, «MPEG-4» або «Uncompressed AVI»).

Властивості VideoWriter наведено в додатку 3.

3.3.3 Image Processing Toolboxes

Коли кадр завантажено, то з ним можна працювати як зі звичайною Matlab матрицею, а також застосовувати до нього різноманітні функції для обробки зображень, що входять в Image Processing Toolbox.

Image Processing Toolbox представляє широкий набір числових обчислень і функцій для створення, обробки і аналізу цифрових зображень. Image Processing, маючи гнучкий інтерфейс, дозволяє ефективно маніпулювати зображеннями, розробляти інтерактивну графіку, візуалізувати різні набори даних.

Монохромне зображення можна визначити як двовимірну функцію $f(x, y)$, де x і y - координати на площині зображення, а амплітуда f називається інтенсивністю або яскравістю зображення в точці з цими координатами. Словосполучення рівень сірого використовується для позначення яскравості монохромного зображення. Кольорові зображення формуються комбінацією декількох монохромних зображень. Наприклад, в колірній системі RGB кольорове зображення будується з трьох окремих монохромних компонент (червоного, зеленого і синього) і може бути представлено вектором з трьох $(f_r(x, y), f_g(x, y), f_b(x, y))$. З цієї причини багато методів і прийомів, розроблених для монохромних зображень, можуть бути поширені на кольорові зображення шляхом послідовної обробки трьох монохромних компонент.

Первинне зображення має безперервні x - і y - координати, а також безперервну амплітуду f . Перетворення його в цифрову форму вимагає подання координат і значень амплітуди деякими дискретними відліками. Представлення координат кінцевою безліччю відліків називається дискретизацією, а представлення амплітуди значеннями з кінцевого набору називається

квантуванням. Якщо координати x і y , а також величини амплітуди f обираються з фіксованих кінцевих наборів елементів (дискретних величин), то зображення називається цифровим зображенням.

Результатом дискретизації і квантування зображення є матриця чисел. В результаті цифрове зображення складається з кінцевого числа елементів, кожен з яких розташований в конкретному місці і має певне значення. Ці елементи прийнято називати пікселями.

В пакеті IPT MatLab лівий верхній піксель масиву має координати (1,1), а змінні номери рядків і стовпців змінюються від 1 до M і від 1 до N , де $M \times N$ – розмір зображення після дискретизації. Таким чином цифрове зображення має природне представлення у вигляді матриці

$$f = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) & \dots & f(1,N) \\ f(2,1) & f(2,2) & \dots & f(2,M) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M,1) & f(M,2) & \dots & f(M,N) \end{bmatrix}$$

Інтервал значень яскравості (f_{min}, f_{max}), де f_{min}, f_{max} – мінімальне і максимальне значення матриці f , називають динамічним діапазоном зображення. Якщо помітна частка пікселів займає значну частину всього діапазону рівнів сірого, то зображення має високий контраст. І навпаки, зображення з малим динамічним діапазоном зазвичай виглядає безбарвним, розмитим і сірим. Збільшення динамічного діапазону зображення робить його більш контрастним.

3.3.4 Реалізація Gray World в Matlab

```
fin = 'd:/2.avi'; %input File name
fout = 'd:/result.avi'; %output File name
%get the File info
file = VideoReader(fin);
%get the number of Frames
```



```

nframes = file.NumberOfFrames;
%get the File info
aviobj = VideoWriter(fout);
%open output file for writing
open(aviobj);
for k = 1:nframes
    %Read frames from input video
    frame = read(file,k);
    % Extract the individual red, green, and blue color channels
    redChannel = frame(:, :, 1);
    greenChannel = frame(:, :, 2);
    blueChannel = frame(:, :, 3);
    meanR = mean2(redChannel);
    meanG = mean2(greenChannel);
    meanB = mean2(blueChannel);
    meanRGB = mean2(frame);
    % Make all channels have the same mean
    redChannel = uint8(double(redChannel) * meanRGB / meanR);
    greenChannel = uint8(double(greenChannel) * meanRGB / meanG);
    blueChannel = uint8(double(blueChannel) * meanRGB / meanB);
    % Recombine separate color channels into a single, true color RGB
    % image
    frame = cat(3, redChannel, greenChannel, blueChannel);
    %Write frames to output video
    writeVideo(aviobj,frame);
end;
%Close output file
close(aviobj);

```

Реалізацію методу, заснованого на WPR, наведено в додатку 1.

Висновки до розділу

Розглянуто міжнародні стандарти визначення і вимірювання кольорів, моделі RGB і CMY та схема змішування кольорів для них.

Проаналізовано особливості редагування відео та відеоаналіз в Matlab.

Показано, що результатом читання файлу є багатомірна матриця кадрів.

4. КОРЕКЦІЯ БАЛАНСУ БІЛОГО В ADOBE PREMIERE PRO ТА MATLAB

4.1 Постановка задачі

Для реалізації колірної корекції, а саме балансу білого обрано програмне середовище Matlab та програмне забезпечення Adobe Premiere Pro. Порівняльний аналіз проводиться за допомогою гістограм кадрів відеоряду. Гістограма допомагає оцінити загальну якість зображення на основі математичної інтерпретації тонального діапазону зображення у вигляді спеціальної діаграми. Вона побудована на основі масиву даних, яким є саме зображення, в якому кожен піксель матриці передає значення яскравості світла, що надійшов на нього в кожному з колірних каналів.

Гістограми яскравості більш точні, ніж гістограми RGB в описі розподілу яскравості або «освітленості» в зображенні. Яскравість бере до уваги той факт, що людське око більш сприйнятливим до зеленого світла, ніж червоного і синього кольорів.

Кожен піксель перетворюється так, щоб представляти яскравість, засновану на зваженому усередненні всіх трьох кольорів в цьому пікселі. Це зважування має на увазі, що зелений представляє 59% яскравості, що сприймається, тоді як червоний і синій канали вносять лише 30% і 11%, відповідно.

Зліва на гістограмі відображаються темні ділянки зображення, тобто тіні. Праворуч - світлі ділянки. Якщо підйоми розташовані приблизно симетрично, ближче до центру гістограми, то зображення добре збалансовано. Якщо підйоми зміщені вліво або вправо щодо центра, то це є показником того, що зображення, можливо, занадто темне або світле. Також це може бути викликано об'єктивними

умовами композиції, об'єктом зйомки.

Гістограма яскравості представляє собою графік, що показує, які відтінки присутні в зображенні. Діапазон відтінків зображення представлений у вигляді послідовності вертикальних ліній, розташованих зліва направо від самого темного до самого світлого. Висота кожної лінії показує, скільки в зображенні пікселів відповідного відтінку. Гістограму можна отримати і для кожного кольорового каналу окремо. В цьому випадку вона показує кількість пікселів, що мають певне значення величини яскравості для кожного кольору. Величина яскравості змінюється в діапазоні від 0 до 255 з точністю до одиниці, що відповідає колірній глибині в 8 біт на кожний колірний канал.

Проте гістограма яскравості дозволяє оцінити лише експозицію кадру, побачити, чи є в кадрі втрати деталей в світлих і темних ділянках. Оцінити кольори дозволяє інший тип гістограми - RGB. За допомогою гістограми RGB можна побачити графік як для кожного з кольорних каналів зображення (основних його кольорів - червоного, зеленого і синього), так і сумарну гістограму для всіх каналів відразу. Тому для порівняння першого фрейму зі зкорегованим балансом білого за допомогою різних апаратних засобів будуть використовуватися гістограми яскравості кожного R,G,B каналу.

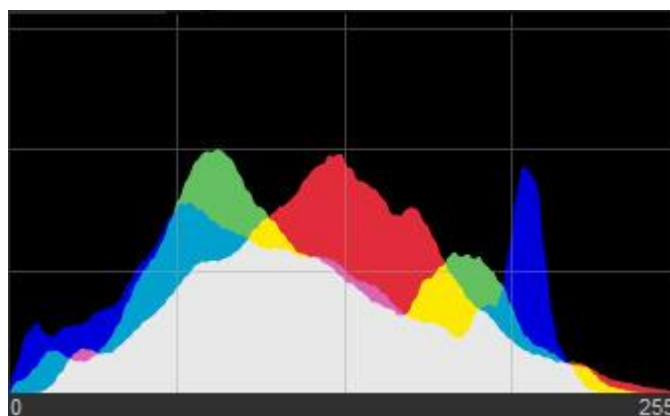


Рисунок 4.1 Вид представлення RGB-гістограми на єдиному графіку.

Якщо виступ на гістограмі виникає в одному місці на всіх трьох каналах, значить баланс білого в нормі. Проте діаграма яскравості не інформативна в цьому ключі, саме тому в даній роботі для порівняння зображень використовуються гістограми RGB.

4.2 Виправлення балансу білого в Adobe Premiere

Для корекції балансу білого використано розділи Basic Correction та Curves.

В розділі Basic Correction: White Balance за допомогою повзунків Temperature і Tint були збільшені синій та червоний канали та трохи зменшений зелений, отриманий результат на рис. 4.2

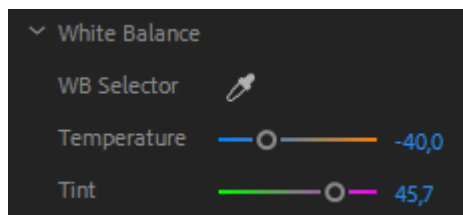


Рисунок 4.2 Значення повзунків Temperature і Tint

На колі Hue Saturation Curves зменшимо насиченість деяких кольорів(рис. 4.3)



Рисунок 4.3 Hue Saturation Curves після виконаних дій

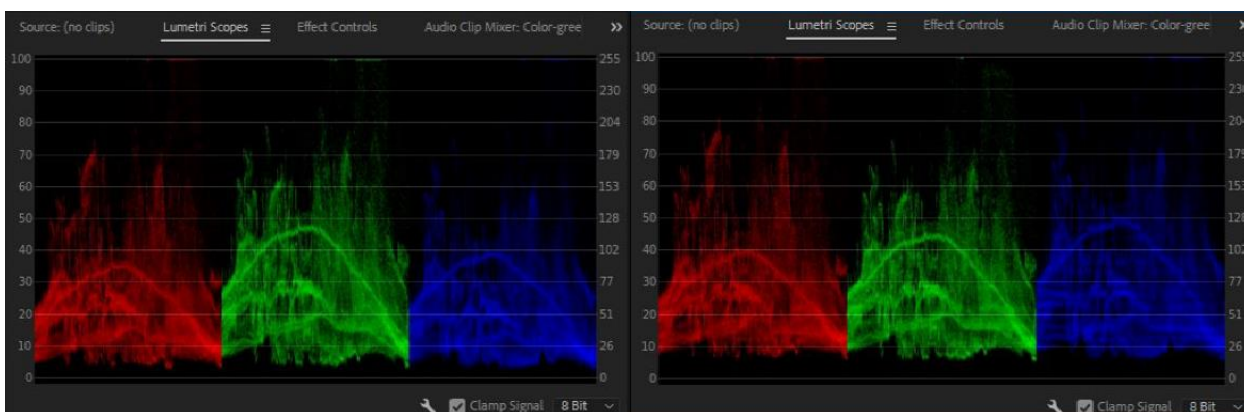


Рисунок 4.4 RGB Parade до і після корекції балансу білого

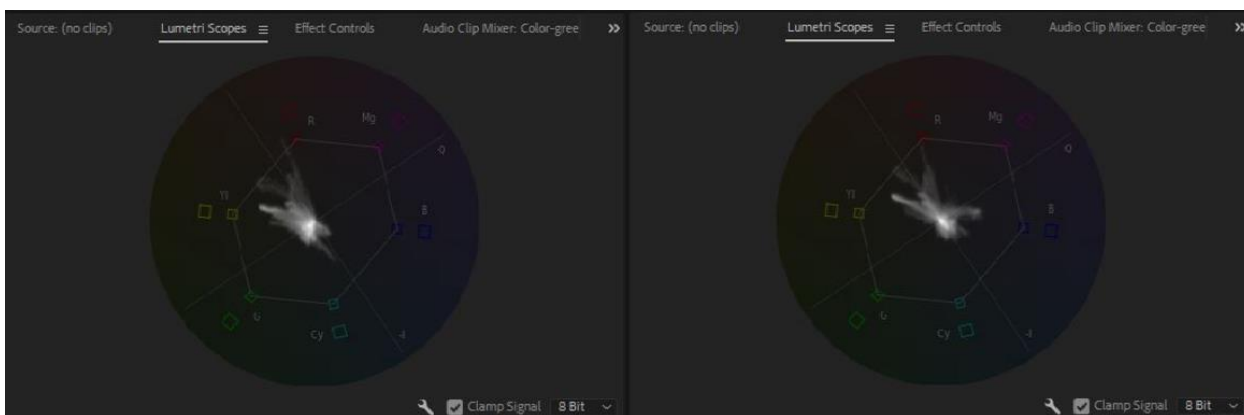


Рисунок 4.5 YUV Vectorscope до і після корекції балансу білого

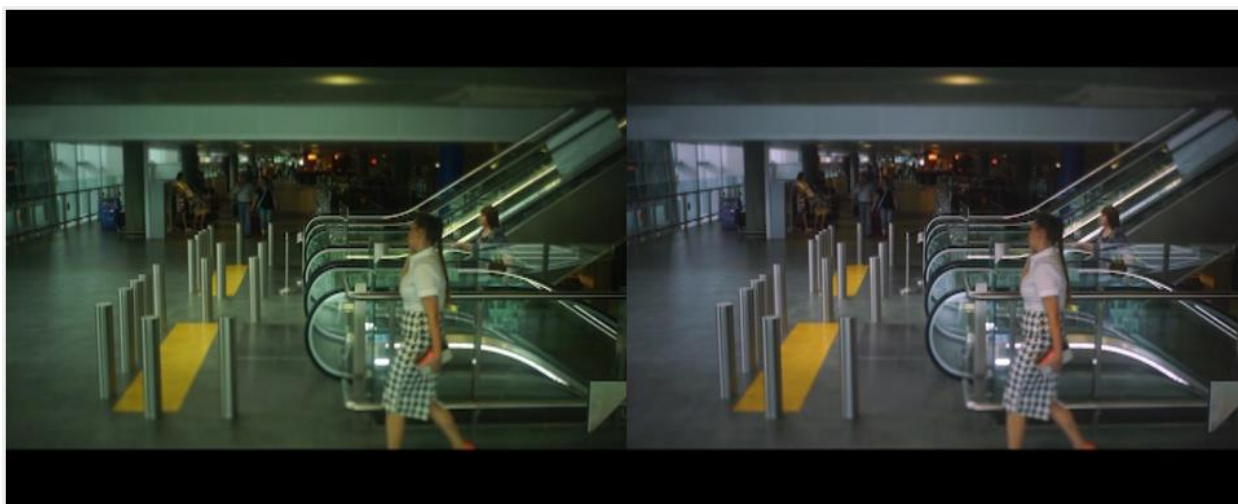


Рисунок 4.6 Перший кадр досліджуваного відеоряду до і після корекції балансу білого в Adobe Premiere

4.2 Корекція балансу білого в Matlab

4.2.1 Корекція балансу білого в Matlab на основі Gray World

На рис. 4.7 можна побачити перший кадр досліджуваного відеоряду до та після корекції балансу білого за допомогою методу Gray World. Для корекції був використаний код, наведений у розділі 3.3.4.

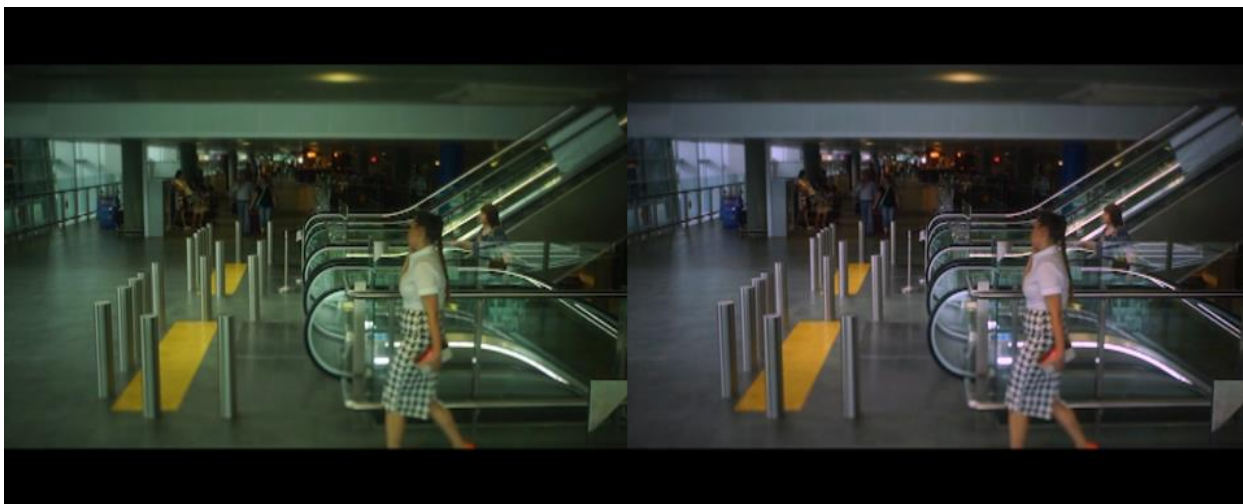


Рисунок 4.7 Перший кадр досліджуваного відеоряду до і після корекції балансу білого в Matlab

Побудуємо гістограми вихідного і скоригованого зображення по кожній колірній складовій. Для отримання RGB гістограм був використаний наступний фрагмент коду

```
%Split into RGB Channels
```

```
Red = frame(:, :, 1);
```

```
Green = frame(:, :, 2);
```

```
Blue = frame(:, :, 3);
```

```
%Get histValues for each channel
```

```
[yRed, x] = imhist(Red);
```

```
[yGreen, x] = imhist(Green);
```

```

[yBlue, x] = imhist(Blue);
%Plot them together in one plot
plot(x, yRed, 'Red', x, yGreen, 'Green', x, yBlue, 'Blue');
% Limit axes
xlim([0,256]);
ylim([0,9000]);
% Add grid lines
grid on;
grid minor;
% Add legend
legend('Red channel','Green channel','Blue channel');
title('Before correction');

```

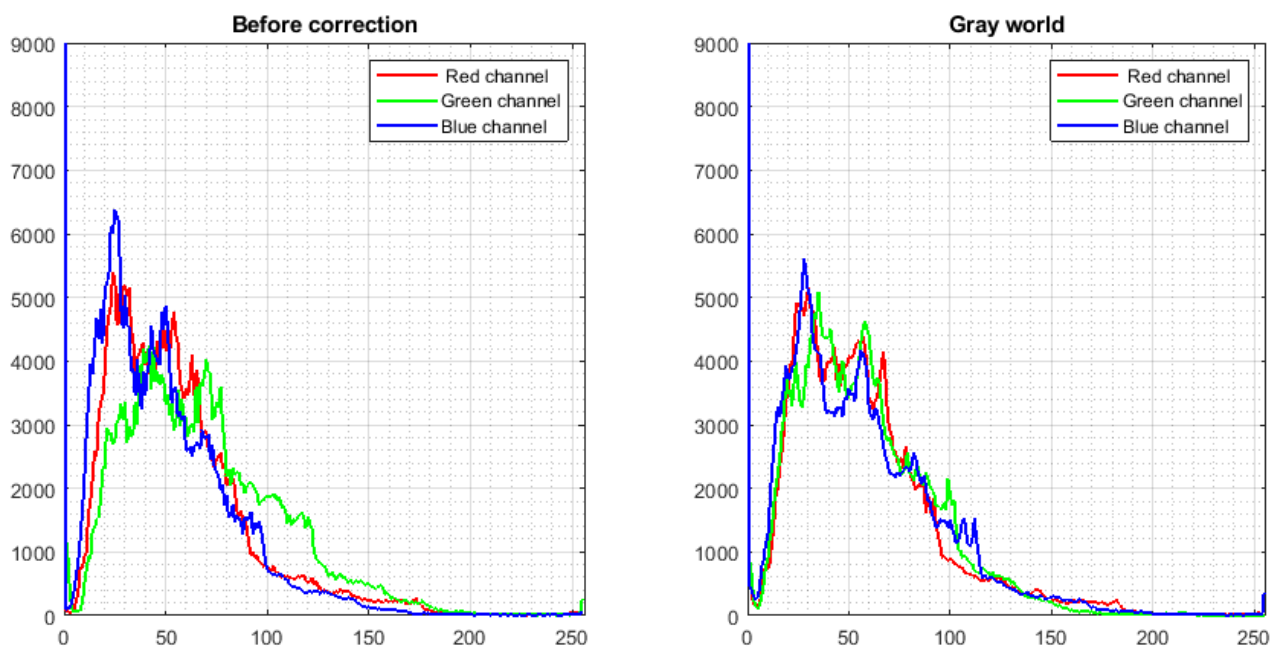


Рисунок 4.8 RGB Гістограми до(Before correction) і після корекції(Gray world) методом Gray World з обмеженим масштабом

Проаналізувано, що на першій гістограмі є спайки в синьому та червоному каналах в тінях, в той час як зелений канал переважає в середніх тонах. На

другій гістограмі в порівнянні з першою в тінях став вищий рівень зеленого та нижчий синього, в середніх тонах – нижчий рівень зеленого.

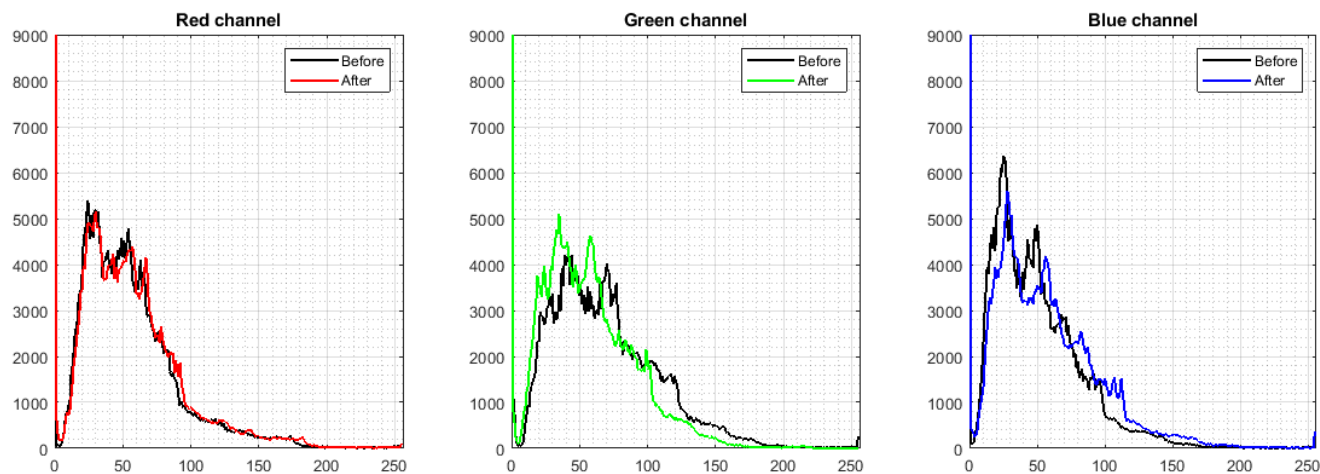


Рисунок 4.9 RGB Гістограми окремих каналів до і після корекції методом Gray World з обмеженим масштабом

На рис. 4.9 можна побачити, що червоний канал практично не зазнав змін, в той час як графік зеленого каналу збільшився в тінях та зменшився в середніх тонах, а графік синього каналу – навпаки – зменшився в тінях та збільшився в середніх тонах.

4.2.2 Коригування балансу білого в Matlab методом, заснованим на White Patch Retinex

На рис. 4.10 можна побачити перший кадр досліджуваного відеоряду до та після корекції балансу білого за допомогою методу заснованого на White Patch Retinex

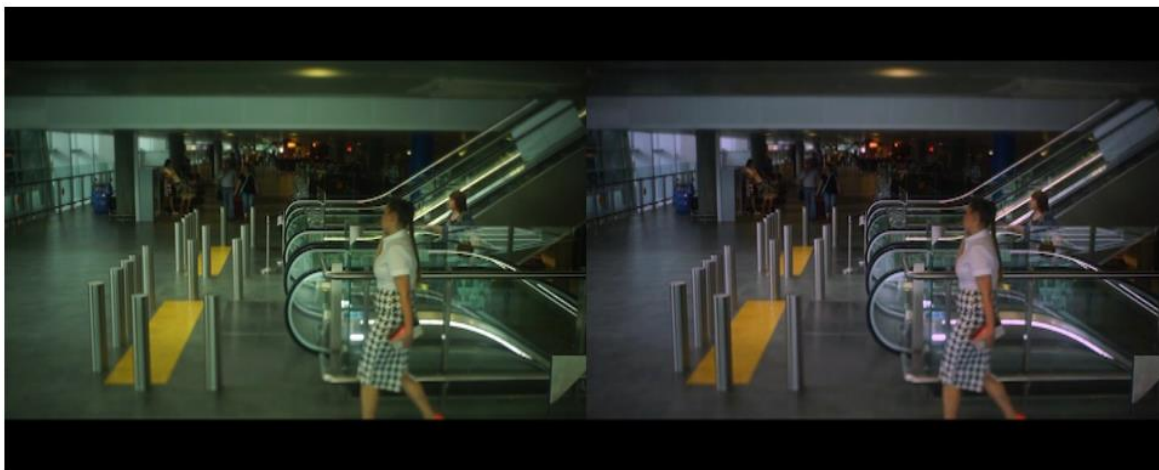


Рисунок 4.10 Перший кадр до і після корекції балансу білого в Matlab методом, заснованим на White Patch Retinex

Побудуємо гістограми вихідного і скоригованого зображення по кожній колірній складовій.

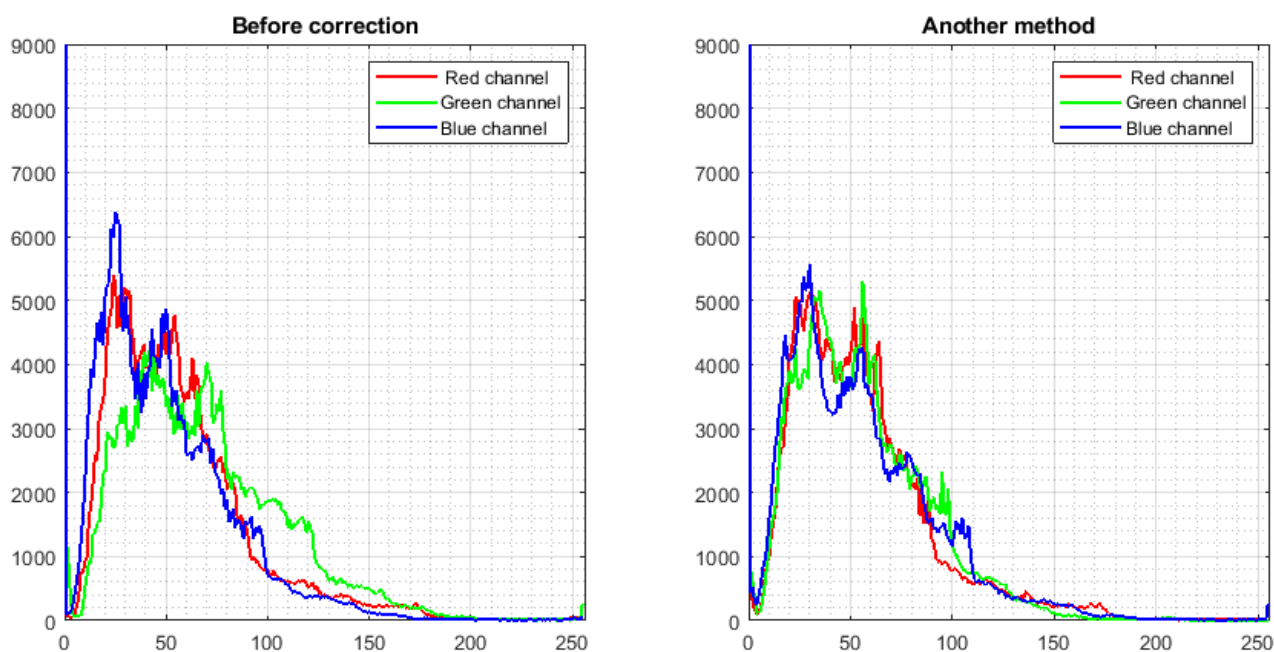


Рисунок 4.11 RGB Гістограми до(Before correction) і після корекції(Another method) методом, заснованим на White Patch Retinex, з обмеженим масштабом

Проаналізувано, що на першій гістограмі є спайки в синьому та червоному каналах в тінях, в той час як зелений канал переважає в середніх тонах. На другій гістограмі в порівнянні з першою в тінях став вищий рівень зеленого та

нижчий синього, в середніх тонах – нижчий рівень зеленого.

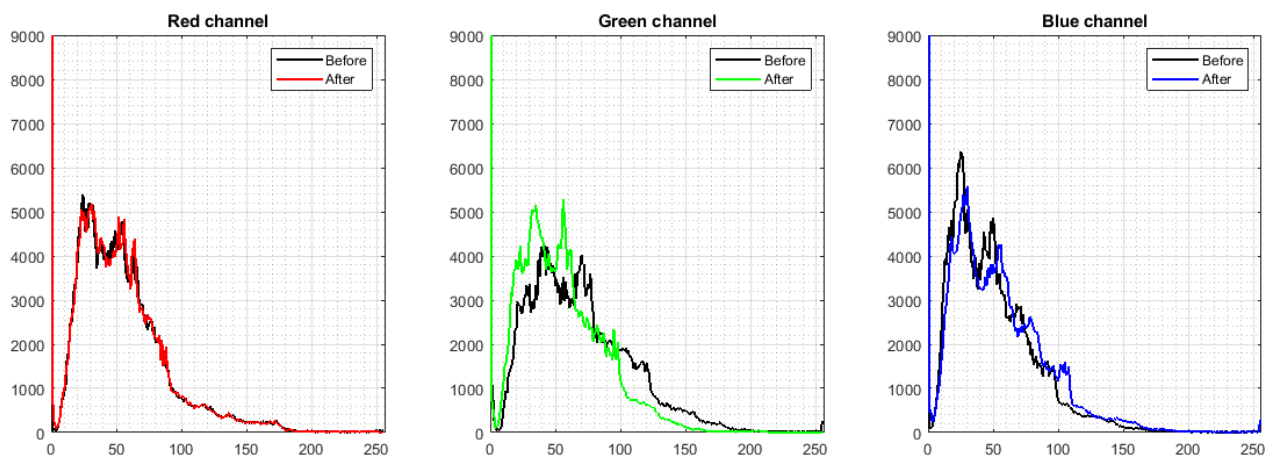


Рисунок 4.12 RGB Гістограми окремих каналів до і після корекції методом, заснованим на White Patch Retinex, з обмеженим масштабом

На рис. 4.12 можна побачити, що червоний канал практично не зазнав змін, синій – зазнав незначних змін, в той час як графік зеленого каналу істотно збільшився в тінях та зменшився в середніх тонах.

4.3 Порівняння отриманих результатів в Adobe Premiere Pro та Matlab

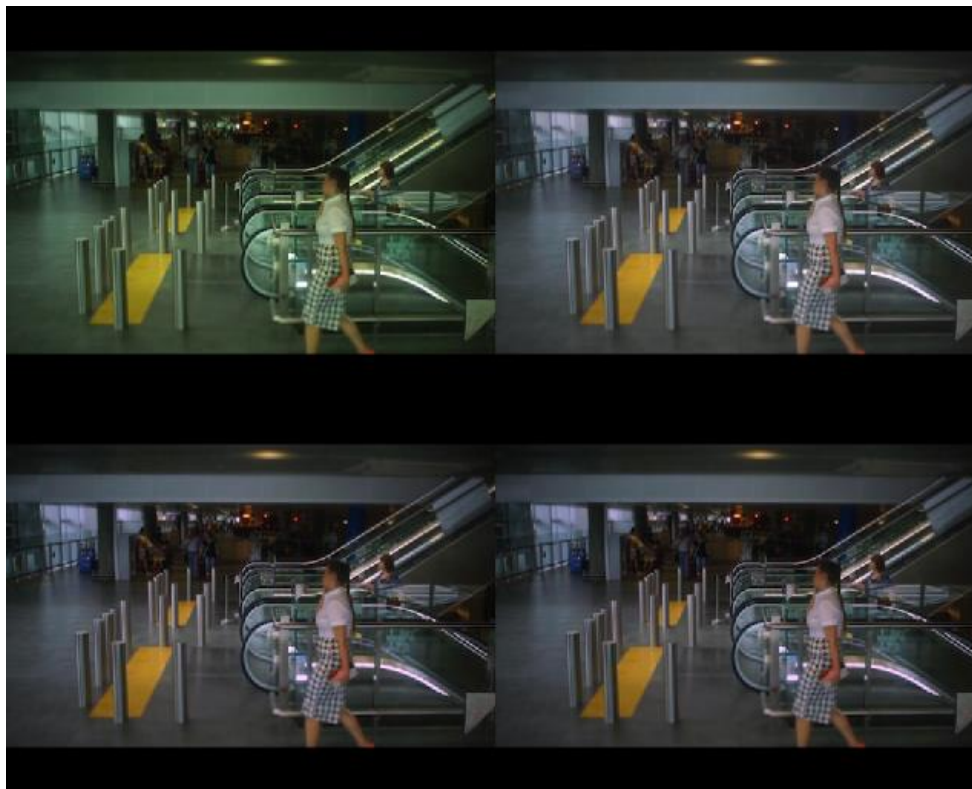


Рисунок 4.13 Перший кадр: некорегованого зображення, відкорегованого в Premiere, в Matlab методом Gray World та методом, заснованим на White Patch Retinex

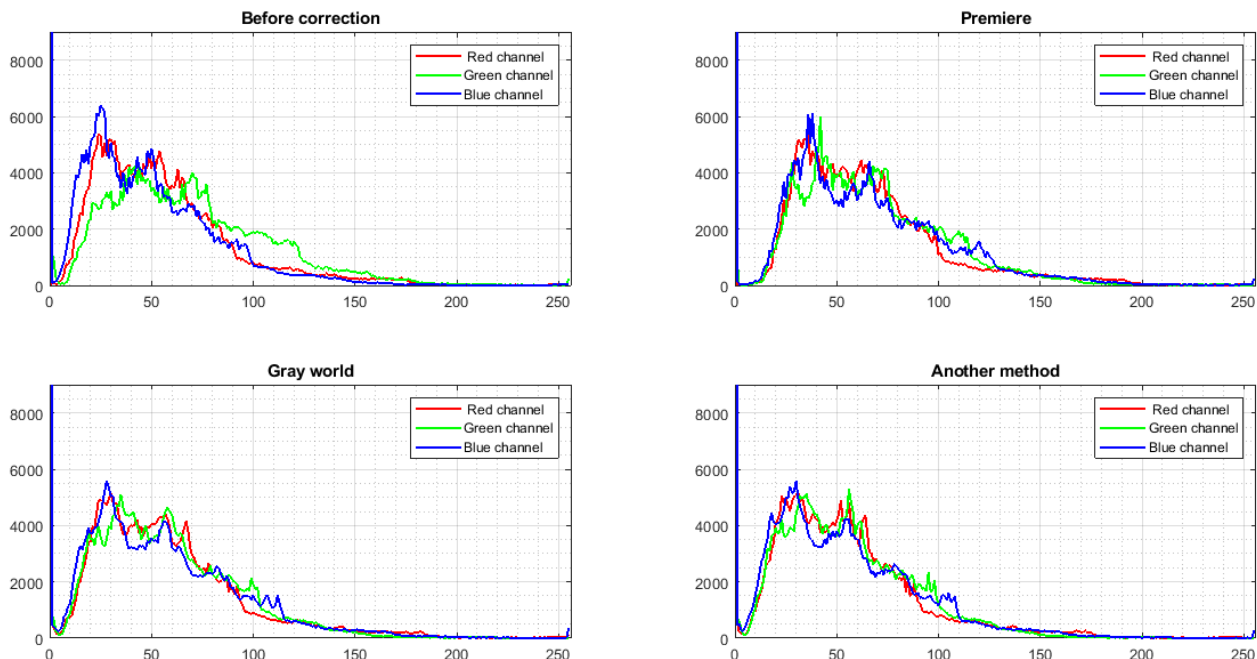


Рисунок 4.14 RGB гістограми: некорегованого зображення, відкорегованого в Premiere, в Matlab методом Gray World та методом, заснованим на White Patch Retinex, з обмеженим масштабом.

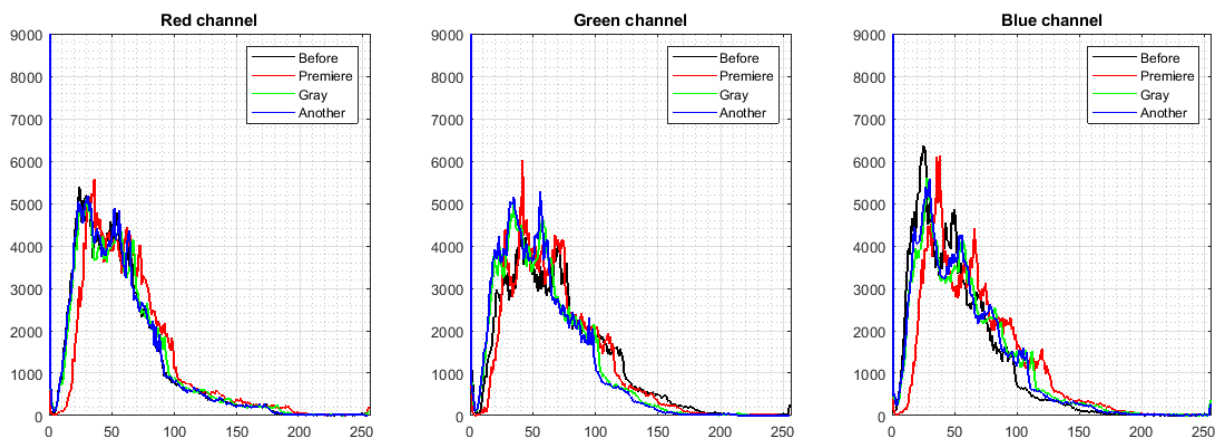


Рисунок 4.15 RGB гістограми окремих каналів некорегованого зображення, відкорегованого в Premiere, в Matlab методом Gray World та методом, заснованим на White Patch Retinex, з обмеженим масштабом

В кадрах на рис. 4.13 знизу і зверху присутні чорні смуги, що відповідають пікам на початку гістограм. Також освітлення в початковому відеофайлі має зеленуватий відтінок, який можна відслідкувати на гістограмі Before correction, а

саме в середніх тонах графік зеленого каналу розташований вище графіків синього та червоного каналів.

Кореговані кадри в програмному середовищі Matlab та Adobe Premiere Pro візуально для людського ока є практично ідентичними, однак гістограми окремих каналів показують відмінності. Кадри відеоряду, отримані в результаті корекції балансу білого в Adobe Premiere Pro мають втрати червоного та зеленого каналів в тінях, в той час як в середніх тонах переважає зелений та синій канали в порівнянні з кадрами, корегованими в Matlab.

Звичайно використання спеціалізованих програм для колірної корекції є більш зручним, так як користувач має під рукою велику кількість інструментів як для корекції, так і для порівняння отриманих результатів. Також такі програми не вимагають точного розуміння всіх протікаючих процесів, математичного обґрунтування зміни того чи іншого параметра тощо.

Проте Matlab можна застосувати для таких задач як перетворення між колірними просторами, виконання сегментації, збір відео статистики, накладання тексту та графіки, детектування об'єктів, створення мозаїчного зображення тощо. Його перевагами перед іншими програмами такого роду є підтримка великої кількості форматів і файлів, інтерактивна візуалізація та аналіз зображень, можливість прямого підключення до камер і плат захоплення зображення, велика бібліотека вбудованих функцій, швидка побудова алгоритмів обробки зображення користувача, прискорення роботи з зображеннями за допомогою багатоядерних машин і кластерів.

Висновки до розділу

Проаналізовано, що гістограми яскравості більш точні, ніж гістограми RGB в описі розподілу яскравості або «освітленості» в зображенні.

Показано, що для оцінки балансу білого в кадрі краще використовувати

RGB гістограми.

Досліджено, що кадри відеоряду, які скореговані в Adobe Premiere Pro та Matlab для людського ока практично ідентичні, однак відеоряд, що був отриманий в результаті корекції балансу білого в Adobe Premiere Pro на RGB гістограмах має втрати червоного та зеленого каналів в тінях, в той час як в середніх тонах в ньому переважає зелений та синій канали в порівнянні з кадрами, корегованими в Matlab.

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

5.1 Загальні відомості

Загальна суть стартапу полягає в такому – при дослідженні ринку мультимедійного контенту запропоновано програмне середовище для

- корекції відеоряду - видалення шуму, підвищення контрастності і різкості
- сегментації відеоряду - виділення об'єктів і збір статистики
- поєднання відеорядів - вирівнювання декількох зображень з різних джерел, створення візуальних ефектів.

Зміст ідеї та визначення характеристик ідеї стартапу наведено в табл. 5.1 та табл. 5.2.

Таблиця 5.1 – Зміст ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Запропонувати програмне середовище для аналізу та обробки відеоряду	1. Системи комп'ютерного зору	Широкий спектр бібліотек та функцій для роботи з відеорядом
	2. Медицина	Використання вбудованих бібліотек та функцій для покращення зображення
	3. Системи відеоспостереження	Сегментація відеоряду

Таблиця 5.2 – Визначення характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко- економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Запропоно	Загальнов			

		ваний метод	живаний метод			
1	Пропозиція встановлення та налаштування програмного середовища	Дає змогу	Дає змогу	Розробка та встановлення нового програмного середовища дорогий процес	Підвищення зручності роботи з відеорядом виправдане очікуванням та витраченими коштами	Рішення є більш ефективним відносно інших
2	Робота з великими масивами даних в умовах низької апаратної потужності	Дає змогу	Не дає змогу	Не гарантується 100% гарантія отримання бажаного результату	Наявна можливість створювати виконувати файли	Наявний широкий спектр бібліотек та функцій для роботи з відеорядом

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

У таблиці 5.3 показано оцінку технологічної здійсненності ідеї проекту та наведено технології, що можуть бути використані для реалізації проекту. Таблиця 5.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Організація обробки та аналізу відеоряду	Налаштування персонального комп'ютера	Наявна	При обмеженому бюджеті недоступна

2		Застосування програмних систем	Наявна	Доступна
3		Використання додаткових бібліотек	Наявна	Доступна

Обрана технологія реалізації ідеї проекту: застосування програмних систем.

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

У таблиці 5.4 показано попередню характеристику потенційного ринку стартап-проекту.

Таблиця 5.4 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку(найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	6
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	300000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Зацікавлення потенційних клієнтів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відсутні
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	$300000/210000 = 143\%$

У таблиці 5.5 показано характеристику потенційних клієнтів стартап-проекту.

Таблиця 5.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Забезпечення простого	Системи комп'ютерного	Рівень очікування якості отриманого результату	Відповідність результату

	програмного середовища для обробки та аналізу відеоряду	зору, медицина, системи відеоспостереження		дійсності, інтуїтивна зрозумілість програми
2	Забезпечення роботи з великими масивами даних при невеликих потужностях	Системи комп'ютерного зору, медицина, системи відеоспостереження	Кожна з потенційних цільових груп має свої потреби з обробки та аналізу відеоряду	Забезпечення необхідних бібліотек та функцій в залежності від потреб споживача

У табл. 5.6 показані фактори загроз реалізації стартап-проекту.

Таблиця 5.6 - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Незацікавленість клієнтів	Внаслідок невдалого маркетингу клієнт може не зацікавитись послугами	Внесення додаткових сервісних послуг
2	Втрата конкуренції	Втрата рангу надійного поставника	Якісне та кількісне нарощування інтенсивності та грамотна цінова політика

У табл.5.7 показано фактори можливостей при реалізації стартап-проекту. Таблиця

5.7 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Перехід до домінування на ринку відповідних послуг	Зростання попиту	Якісне та кількісне нарощування потужностей
2	Імплементація технологій в існуючі	Зростання попиту	Якісне та кількісне

	програмні середовища	внаслідок зростання кількості користувачів	нaroщування потужностей
--	----------------------	--	-------------------------

У таблиці 5.8 визначено особливості конкурентного середовища та його вплив на впровадження проекту.

Таблиця 5.8 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Конкуренція	Використання вже існуючих технологій	Стандартизація на високому рівні
2. Локальний	Відсутність єдиного постачальника послуг	Окремий підхід до кожної локальної ділянки
3. Міжгалузева	Відсутня	Відсутня
4. Товарно-видова	Застосування стандартизованих технологій	За необхідності, використання загальноновживаних апаратних та програмних засобів
5. Цінова	Застосування спеціалізованих програмних середовищ, які мають значну ціну	Можливості заощадити за допомогою застосування загальноновживаних апаратних засобів
6. Марочна	Кожна діагностика має бути стандартизованою	Отримання переваги на ринку медійних послуг

У таблиці 5.9 показано аналіз конкуренції проекту в галузі за М. Портером. Таблиця

5.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Постачальники програмного забезпечення	Необхідність пошуку постачальників	Залучення малопопулярних постачальників	Незалежність у прийнятті клієнтських рішень	Надання переваги більш авторитетним функціональним рішенням
Висновки:	Середня	Можливість виходу на ринок є	Постачальники диктують цінову політику на додатки та додаткові функції	Клієнти диктують вимоги до якості	Обмеження існують лише у разі відмови від діагностики

У табл. 5.10 показано фактори конкурентоспроможності та їх обґрунтування.

Таблиця 5.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Рациональніший ціновий показник	Можливість більш раціонально використати ресурси на покращення якості дослідження виробництва мультимедійного контенту
2	Надання сервісних послуг	Сервісна підтримка апаратної та програмної частини

У табл. 5.11 наведено сильні та слабкі сторони проекту.

Таблиця 5.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

1	Рациональніший ціновий показник	15		+					
2	Надання сервісних послуг	12					+		
3	Періодична діагностика	7			+				
4	Необхідність залучення висококваліфікованих кадрів	7						+	

У табл.5.12 наведено SWOT-аналіз стартап-проекту.

Таблиця 5.12 - SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: раціональний ціновий показник, надання сервісних послуг	Слабкі сторони: періодична діагностика, необхідність залучення висококваліфікованих кадрів
Можливості: Перехід до використання стабільного програмного середовища. Імплементація методу в існуючі комплекси	Загрози: Незацікавленість клієнтів, Втрата монополії

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту наведені у табл.5.13.

Таблиця 5.13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Укладення договорів з компаніями, що використовують системи комп'ютерного зору та швидке захоплення ринку при використанні нового рішення	висока	незначні
2	Використання сервісів загального вжитку для підвищення конкурентоспроможності	середня	незначні

Обрана альтернатива - укладення договорів з маркетинговими, медійними компаніями та соціальними мережами, а також швидке захоплення ринку при використанні нового рішення.

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Обґрунтування вибору цільових груп потенційних споживачів наведено у табл. 5.14.

Таблиця 5.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Охоронні компанії, виробництво деталей, пігулок єдиного стандарту	Середня	Високий	Середня	Середня
2	Індивідуальні проекти	Низька	Середній	Середня	Висока

Визначення базової стратегії розвитку наведено у табл. 5.15.

Таблиця 5.15 - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Використання альтернативних технологій	Встановлення нового стандарту якості	Зацікавлення та залучення гігантів	Стратегія диференціації
2	Дешевизна проекту	Рациональніші витрати на створення та подальшу підтримку	Застосування загальноновживаних програмних рішень замість спеціалізованих комплексів	Стратегія лідерства по витратах

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки наведено у табл.5.16.

Таблиця 5.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні	Забирати існуючих та шукати нових	Не буде	Стратегія виклику лідера

Визначення стратегії позиціонування наведено у табл. 5.17.

Таблиця 5.17 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Висока якість послуг	Стратегія диференціації	Новизна, гарант якості, точність дослідження	Якість, надійність, точність
2	Мінімальні витрати	Стратегія лідерства по витратах	Універсальність запропонованого рішення	Дешевизна, універсальність

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Ключові переваги концепції потенційного товару наведено у табл. 5.18.

Таблиця 5.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
----------	---------	---------------------------	--

1	Якість	Висока якість, надійність	Надійність
2	Дешевизна	Раціональне використання коштів, дешевше обладнання	Дешевизна

Визначено три рівні моделі товару. Сутність та складові рівнів товару наведено у табл. 5.19.

Таблиця 5.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Якісний товар та послуги, стандартизована якість послуг		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1)Вартість обслуговування, 2)Кількість комплектів обладнання 3)Строк безвідмовної праці 4)Технологічна собівартість товару	1) М 2) М 3) М 4) М	1)Е 2) Пр 3)Нд 4)Тх
	Якість: міжнародні стандарти якості, постійна підтримка обладнання		
	Доставка, встановлення та налаштування		
	Марка: Відеообробка та аналіз		
III. Товар із підкріпленням	До продажу – обладнання, встановлення		
	Після продажу – сервісна підтримка		

За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: специфічна методика обробки даних і контроль якості відео-трансляції.

Визначення меж встановлення ціни на послугу наведено у табл. 5.20.

Таблиця 5.20 - Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	10000 у.о./од. (стандартна методика)	-	Середній	Н.5000 у.о. – В.11000 у.о. (Товар) Н.300 у.о. – В.1000 у.о. (Послуга)

Формування системи збуту послуги наведено у табл. 5.21.

Таблиця 5.21 - Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Орієнтована на отримання максимальної якості результатів обробки та аналізу відеоряду	Поставки якісного, точного та надійного товару	Значна	Договірна система збуту

Концепції маркетингових комунікацій наведено у табл. 5.22.

Таблиця 5.22 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Зацікавленість в	Мережні	Гарантованість	Зацікавити у	Представлення

	якісному та точному продукті з раціональним використанням ресурсів	ресурси	якості та стандартизація, політика сервісності	покращеннях пов'язаних із зростаючою популярністю послуг	центру синхронізації відправною точкою на шляху до над якісного контенту
2	Зацікавленість у великій кількості продукту із дотриманням умов якості	Мережні ресурси	Глибина каналу постачальників, гарант якості	Зацікавити у позитивних сторонах первісності та в глибині каналу постачання	Представлення послуг центру синхронізації єдиним раціональним шляхом у забезпеченні якісного інструменту обробки та аналізу відеоконтенту

Висновки до розділу

1. Комерціалізацію стартап-проекту щодо розвитку та впровадження запропонованого програмного середовища для обробки та аналізу відеоряду, можна вважати доцільною. На дану пропозицію на ринку подібних послуг присутній попит, наразі він задовольняється програмами заміниками та більш дорогими рішеннями, саме тому важливо зайняти нішу конкурента у якості поставника вигідного продукту, порівнюючи з конкурентами. Рентабельність на ринку послуг насамперед обумовлена заміною повної апаратної залежності на універсальність, що обумовлена використанням не спеціалізованих комплексів, а загальноновживаного програмного та апаратного забезпечення.

2. Впровадження є перспективним, адже основними групами клієнтів є компанії, що потребують універсальних та якісних систем комп'ютерного зору, медицина, системи відеоспостереження, і після набуття достатньої авторитетності можливе охоплення у масштабах міжнародних ринків. Конкурентоспроможність проекту обумовлена меншою ціною на повний продукт та роотою з великими масивами даних в умовах, коли конкуренти за цим параметром у даних умовах програють. Це вигідно вирізняє запропоноване рішення, власне, і є основним критерієм входження на ринок.

3. Обраною альтернативою впровадження було обрано – пошук альтернативних програмних рішень для обробки та аналізу відеоряду. Імплементація проекту доцільна, оскільки рентабельність та зацікавленість потенційних груп клієнтів створює досить сприятливі умови для розвитку проекту.

ВИСНОВКИ

У магістерській дисертації представлені наступні теоретичні і практичні результати:

1. Проведено аналіз предметної області: значення колірного рішення при сприйнятті його глядачем.

Виявлено, що колір має істотну роль в сприйнятті багатьох різних візуальних якостей, таких, як форма і текстура об'єктів, відстань і їх взаємне розташування. З його допомогою в кадрі створюється напруга, акцентується увага на важливих деталях, підтримується необхідна атмосфера. Колір також доповнює сюжет фільму.

2. Досліджено особливості колірної корекції в Adobe Premiere Pro. Усі необхідні інструменти знаходяться на панелі Lumetri Color, яка дозволяє досягти бажаного результату не одним шляхом.

3. Проаналізовано, що монітори яскравості є важливим інструментом при корекції кольору, а саме: Waveform монітор відображає рівні яскравості зліва направо по зображенню, RGB Parade використовується при регулюванні температури і колірного балансу, YUV Vectorscope відображає червоний, зелений і синій канали та акцентує увагу на відтінках та насиченості, а головне – вони допомагають зберегти кадри в межах IRE.

4. Виявлено особливості редагування відео та відеоаналіз в Matlab. Результатом читання файлу є багатомірна матриця кадрів, після чого з кожним кадром можна працювати як зі звичайним зображенням.

5. Виконано корекцію балансу білого кінокадру в Adobe Premiere Pro та Matlab. Для кількісного порівняння скоригованого відеоряду в різних програмних середовищах обрано RGB гістограми, оскільки вони більш інформативні при для оцінки балансу білого в кадрі, в той час як гістограми яскравості більш точні в описі розподілу яскравості або «освітленості» в кадрі.

6. Досліджено, що кадри відеоряду, які скореговані в Adobe Premiere Pro та Matlab для людського ока практично ідентичні, однак відеоряд, що отриманий в результаті корекції балансу білого в Adobe Premiere Pro на RGB гістограмах має втрати червоного та зеленого каналів в тінях, в той час як в середніх тонах в ньому переважає зелений та синій канали в порівнянні з кадрами, корегованими в Matlab.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Железняков В. Н. Цвет и контраст. Технология и творческий выбор. Учебное пособие. — М.: ВГИК, 2001. — 286 стр.
2. А. Роуз у «Зір людини і електронний зір»,
3. Кулешов Л. «Азбука кинорежиссуры» (ред. к. т. н. В. Г. Пелля и канд. искусствоведения Н. В. Крючечникова). — М.: «Искусство», 1969
4. Тарковский А.А. Беседа о цвете // Киноведческие записки. — 1998. — №1
5. Лотман Ю.М. Семиотика кино и проблемы киноэстетики // Лотман Ю.М. Об искусстве (СПб., 1998)
6. Новак Дмитрий. Размышления о кино и фотографии. URL: <http://dmitry-novak.livejournal.com/82136.html>
7. Янчус В.Э. Компьютерная обработка видеоматериала в кинематографической промышленности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2016. — № 2. — 7 с.
8. Немов Роберт. Психология. Словарь-справочник: В 2 ч. Часть 1
9. Янчус В.Э., Шабловский В.Г., Борович Е.В. Видеоарт как авангардное кино Дизайн. Материалы. Технология. — 2016. — №1. — С.104-107
10. M. Chirimuuta, F.A.A. Kingdom. The Uses of Colour Vision: Ornamental, Practical, and Theoretical/Minds & Machines/ Received: 23 September 2014 / Accepted: 3 March 2015/ Published online: 28 June 2015/ Springer Science + Business Media Dordrecht 2015
11. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие (сокр. пер. с англ. В. Н. Самохина, общ. ред. и вст. ст. В. П. Шестакова). — М.: «Прогресс» 1974. — 288 стр.
12. Зайцев А. С. «Наука о цвете и живопись». — Изд. «Искусство». — 1986.
13. Transformers 4: Age of Extinction: Behind the Scenes (Complete Movie Broll) Mark Wahlberg URL: <https://www.youtube.com/watch?v=IGw25czO1wo>

14. Трансформеры 4: Эпоха Истребления — Второй русский трейлер (HD)
Transformers 4: Age of Extinction URL:
https://www.youtube.com/watch?v=Rw_JGqIuCDM
15. Color Correction Basics Using Adobe Premiere URL:
<https://blog.pond5.com/8153-color-correction-basics-using-adobe-premiere/>
16. Color workflows Premiere URL: <https://helpx.adobe.com/ca/premiere-pro/using/color-workflows.html>
17. Эффекты цветокоррекции URL: <https://helpx.adobe.com/ru/premiere-pro/using/color-correction-adjustment.html>
18. Основы цветокоррекции: 7 советов для филммейкеров URL:
<http://snimikino.com/osnovyi-tsvetokorreksii-7-sovetov-dlya-filmmeykerov/>
19. The Complete Guide to Premiere Pro Color Correction URL:
<https://blog.frame.io/2018/05/21/premiere-lumetri-guide/>
20. Цветокоррекция и грейдинг на панели Lumetri Color в After Effects URL:
<https://videosmile.ru/lessons/read/tsvetokorreksiya-i-greyding-na-paneli-lumetri-color-v-after-effects.html>
21. Основы цветокоррекции видео в Premiere URL:
<https://amlab.me/ru/colorgrading-foundation-premiere/study/lessons>
22. Красильников Н.Н. «Цифровая обработка 2D и 3D изображений» - 2011.
— 608 с.
23. E. H. Land, “The retinex theory of color vision,” Scientific American, vol. 237,
no. 6, pp. 108–128, 1977
24. R. Davis, “A correlated color temperature for illuminants,” J. Res. Nat. Bur.
Stand., vol. 7, no. 4, pp. 659–681, 1931.
25. C.-L. Chen and S.-H. Lin, “Intelligent color temperature estimation using fuzzy
neural network with application to automatic white balance,” Expert Systems with
Applications, vol. 38, no. 6, pp. 7718–7728, 2011.
26. H. Garud, A. K. Ray, M. Mahadevappa, J. Chatterjee, and S. Mandal, “A fast

auto white balance scheme for digital pathology”, 2014 IEEE EMBS International Conference on, vol., no., pp.153,156, 1-4 June 2014.

27. Auto White Balance Correction URL:
<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/51087-auto-white-balance-correction>

ДОДАТОК А Реферат англійською мовою на тему магістерської дисертації

ABSTRACT

During its existence, cinema has completely changed the technological process of film production. Being a commercial enterprise, it actively integrates the latest technical developments into technological processes of video content production. Recently, this vector has changed the direction: scientific, technical and research enterprises are working to improve the processes of video production, especially television. Linear editing has not been used for a long time, and classic taping gives way to new digital cameras. Non-linear editing, besides speeding up the editing process, expanded the range of possibilities for filmmakers to work on the film. Here you can talk about the latest technologies of three-dimensional animation and the creation of visual effects using three-dimensional objects. In addition, digital color correction computer systems allow directors to use a deeper work with color in the frame.

Solving the tasks of artistic color correction at the post-processing stage of video materials requires high performance of software and hardware complexes for digital correction. One of the most frequent tasks of the need to apply color correction is inaccurate color transfer in the final image due to incorrect camera settings or lighting specificity, and therefore the purpose of changing the overall color and visual style of the image is correcting the color components of the image: hue, tone, saturation, etc. .

The need for color correction due to the fact that the material shot on cameras of different types or in different lighting conditions, has a different appearance in color reproduction. In addition, color correction allows to partially correct the flaws that occurred during the shooting. This may be, for example, an increase in brightness in too dark places or, conversely, its decrease in too bright. There is at least one more option for applying color correction - providing the image with a particular style. The main task of color correction is to change the color in the frame so that their combination is the most harmonious, and the composition is the most balanced. In the

frame that is processed, the location, direction and size of the color spots, as well as their interaction in space, are important.

To date, color correction is distinguished by a separate process and is divided into two stages:

Color correction & Matching - the task of this stage is to correct the quality of the video. The image should be as close as possible to the kind in which it would be more familiar to perceive the human eye, that is, the colors in the frame should be in natural shades. With the help of color correction errors are compensated and possible errors obtained during shooting are corrected, some problems of scene lighting are eliminated. As a rule, color correction in a frame is the adjustment of brightness, contrast and color saturation (setting averages), changing the exposure, color balance and white balance, eliminating unnecessary noise. This stage is also called technical color correction.

Color grading - color correction stage, which provides video art look. The task of artistic color correction consists in conditionally deviating the gamut of the frame from the normal color balance in order to give it greater expressiveness, enhancing the color contrasts established when photographing.

Color conversion methods may vary, but the following color correction methods are most commonly used.

- Specifying arguments for functions that convert input values to output. In the programs, these tools are called “levels”, “gamma”, and the like. Sometimes sets of argument values are selected from a list of predefined options. This type of transformation can also be attributed
- Setting white balance (accounting for light) when converting an electronic matrix signal to an image file or scanning a film;
- Transformation, which directly determine changes in contrast, brightness, gamma, tone, photograph, saturation of the image or its parts;
- The immediate task of plotting the conversion of values by channel. This tool is

usually called Curves. It allows you to perform any transformations within each channel by manually generating a graph similar to those calculated by functional methods for given arguments.

Previously, Adobe had a separate application for color correction, which allowed for the enhanced color correction of the video sequence - SpeedGrade. However, in 2017, Adobe stopped working on SpeedGrade, instead of it in Premiere a new Lumetri Color panel appeared, similar to the panel in Lightroom, which allows you to process video directly in the Timeline panel in edit mode.

Brightness monitors are an important tool for color correction, namely: Waveform monitor displays brightness levels from left to right in an image, RGB Parade is used to adjust temperature and color balance, YUV Vectorscope reflects red, green and blue channels and focuses on shades and saturation, and most importantly, they help to save frames within the IRE.

Matlab is an optimized tool for working with matrices and multidimensional arrays, besides there are a huge number of extensions (Toolboxes) for solving optimization problems, statistical calculations, signal and image processing, and the like.

Video editing and video analysis in Matlab is performed in the same way as analyzing and editing images with the difference that the result of reading the file will be a multi-dimensional image matrix. The next step will be to make some changes or image analysis, and then create a new video from the processed images inserted in one sequence.

White balance methods usually estimate the frame's light source using the resulting image and use this information to adjust the color intensity in the image to achieve the correct color appearance.

The gray world is one of the easiest assessment methods. The main reason for the emergence of this method is the fact that with a normal color balanced photograph the average of all colors is neutral gray.

That is, the implementation of this method is based on the assumption that the color image contains, on average, equal components of the three primary colors: red, green, and blue and also consider that the spectral sensitivity of the camera, used, does not introduce color distortion.

To implement color correction, namely white balance, Matlab software environment and Adobe Premiere Pro software are selected. Comparative analysis will be extended using video frame histograms. The histogram helps to assess the overall image quality based on the mathematical interpretation of the tonal range of the image in the form of a special diagram. It is built on the basis of the data array, which is the image itself, in which each pixel of the matrix transmits the value of the brightness of the light received by it in each of the color channels.

Brightness histograms are more accurate than RGB histograms in the description of the distribution of brightness or "lightness" in the image. Brightness takes into account the fact that the human eye is more susceptible to green light than red and blue.

However, the brightness histogram makes it possible to estimate only the frame exposure, to see if there are any loss of details in the frame in the light and dark areas. Another type of histogram, RGB, allows us to estimate colors. Using the RGB histogram, you can see the graph for each of the color channels of the image (its main colors are red, green, and blue) and the total histogram for all channels at once. Therefore, to compare the first frame with the adjusted white balance using different hardware, we used histograms of the brightness of each R, G, B channel.

The corrected frames in the Matlab and Adobe Premiere Pro software environments are almost identical visually to the human eye, but the histogram of the individual channels show differences. Video series frames obtained as a result of white balance correction in Adobe Premiere Pro have loss of red and green channels in the shadows, while in the middle tones the green and blue channels prevail compared to the frames corrected in Matlab.

Of course, using specialized programs for color correction is more convenient,

since the user has on hand a large number of tools for correcting and comparing the results obtained. Also, such programs do not require an accurate understanding of all the processes that are going on, a mathematical substantiation of a change in one or another parameter m .

However, Matlab can be used for such tasks as converting between color spaces, performing segmentation, collecting video statistics, overlaying text and graphics, detecting objects, creating a mosaic image, and the like. Its advantages over other programs of this kind are the support of a large number of formats and files, interactive visualization and image analysis, the ability to directly connect to cameras and image capture cards, a large library of built-in functions, the rapid construction of user image processing algorithms, and acceleration of working with images using multi-core machines and clusters.

ДОДАТОК В Реалізація методу, заснованого на WPR, для одного зображення[27]

Реалізація методу, заснованого на WPR, для одного зображення[27]

```
function O = PerformAWB(frame, p)
%% Default Parameters
if nargin == 1
    p = 96;
end
p = 100-p; % always the top % is considered
szI = size(I);
if(length(szI) < 3)
    error('Input image should be in RGB color space')
end
%% Illumination Estimation
% Step 1 : White Patch Retinex Method (WPR)
[iR, iG, iB] = EstimateIlluminantRGB(I, p);
% Corelated Color Temperature (CCT) Estimation
% Compute for estimated Illuminant
iEstm = [iR, iG, iB];
CCT_Estm = EstimateCCT(iEstm);
% Compute for reference / canonical illuminant
iRef = [iG, iG, iG];
CCT_Ref = EstimateCCT(iRef);
%% Parameter Estimation
% Computing Gain Factor and offset parameters
K = ComputeGainFactorMatrix(iEstm);
T = ComputeOffsetMatrix(K, CCT_Estm, CCT_Ref);
%% White Balance Correction
O = PerformWhiteBalanceCorrection(I, K, T);
```

end

```
function [Rc, Gc, Bc] = EstimateIlluminantRGB(I, p)
```

```
    R = I(:,:,1);
```

```
    G = I(:,:,2);
```

```
    B = I(:,:,3);
```

```
    % Estimate Illuminant
```

```
    Rc = EstimateIlluminantGrey(R, p);
```

```
    Gc = EstimateIlluminantGrey(G, p);
```

```
    Bc = EstimateIlluminantGrey(B, p);
```

end

```
function Ic = EstimateIlluminantGrey(I, p)
```

```
    Ic = 0;
```

```
    L = 256;
```

```
    sz = size(I);
```

```
    pxlTh = (p*sz(1)*sz(2))/100;
```

```
    histI = imhist(I);
```

```
    Imin = min(min(I));
```

```
    Imax = max(max(I));
```

```
    % Run the loop from 0 to L-2 or Imin to Imax-1
```

```
    for k=Imin:(Imax-1)
```

```
        % Total number of pixels from k to L-1
```

```
        j = double(k+1); % Since MATLAB follows 1 indexing
```

```
        cnt1 = sum(histI(j:L));
```

```
        % Total number of pixels from k+1 to L-1
```

```

    j = j+1; % from the next grey value
    cnt2 = sum(histI(j:L));
    if( (cnt1 > pxlTh) && (cnt2 < pxlTh) )
        Ic = k;
        break;
    end
end
end

function CCT = EstimateCCT(iEstm)
% Constant parameters from
A0 = -949.86315;
A1 = 6253.80338;
A2 = 28.70599;
A3 = 0.00004;
t1 = 0.92159;
t2 = 0.20039;
t3 = 0.07125;
xe = 0.3366;
ye = 0.1735;
% Calculate x and y from estimated illuminant values
XYZ_Conv_matrix = [ 0.4124 0.3576 0.1805;
                    0.2126 0.7152 0.0722;
                    0.0193 0.152 0.9505];

XYZ = XYZ_Conv_matrix * double(iEstm');

x = XYZ(1) / (sum(XYZ));

```

```

y = XYZ(2) / (sum(XYZ));
H = -((x-xe)/(y-ye));
CCT = A0 + (A1*exp(H/t1)) + (A2*exp(H/t2)) + (A3*exp(H/t3));
end

```

```

function [K] = ComputeGainFactorMatrix(iEstm)

```

```

    iEstm = double(iEstm);
    iEstm_R = iEstm(1);
    iEstm_G = iEstm(2);
    iEstm_B = iEstm(3);
    iRef_R = iEstm_G;
    iRef_G = iEstm_G;
    iRef_B = iEstm_G;
    Kr = iRef_R / iEstm_R;
    Kg = iRef_G / iEstm_G;
    Kb = iRef_B / iEstm_B;
    K = [Kr, 0, 0;
         0, Kg, 0;
         0, 0, Kb];
end

```

```

function T = ComputeOffsetMatrix(K, CCT_Estm, CCT_Ref)

```

```

    A = 100;
    Kr = K(1,1);
    Kb = K(3,3);
    Tr = max(1, (CCT_Estm - CCT_Ref)/A ) * (Kr-1);
    Tg = 0;

```

```
Tb = max(1, (CCT_Ref - CCT_Estm)/A ) * (Kb-1);
```

```
T = [Tr; Tg; Tb];
```

```
end
```

```
function O = PerformWhiteBalanceCorrection(I, K, T)
```

```
sz = size(I);
```

```
O = uint8(zeros(sz));
```

```
for x = 1:sz(1)
```

```
    for y = 1:sz(2)
```

```
        Fxy = double([I(x,y,1), I(x,y,2), I(x,y,3)]');
        FWB = K * Fxy + T;
```

```
        for p=1:3
```

```
            O(x,y,p) = uint8(FWB(p));
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```
end
```

Виклик функції та її застосування для відеоряду

```
fin = 'd:/1/2.avi'; %input File name to be changed
```

```
fout = 'd:/1/result.avi'; %output File name to be changed
```

```
%get the File info
```

```
file = VideoReader(fin);
```

```
%get the number of Frames
```

```
nframes = file.NumberOfFrames;
```

```
aviobj = VideoWriter(fout);
```

```
open(aviobj);
```

```
for i = 1:nframes
    %Read frames from input video
    frame = read(file,i);
    frameWB = wb(frame);
    % Write frames to output video
    writeVideo(aviobj,frameWB);
end;
%Close output file
close(aviobj);
```

ДОДАТОК С Властивості VideoReader

Властивості VideoReader

BitsPerPixel — біти на піксель відеоданих, задані як числові скаляри.

CurrentTime — часова мітка для читання фреймів відео, задана як числовий скаляр. Часова мітка вказується в секундах від початку відеофайлу. Значення **CurrentTime** може бути від нуля до тривалості відео.

Duration — довжина файлу в секундах, задана як числовий скаляр.

FrameRate — кількість відеокадрів в секунду, заданий як числовий скаляр. Для відео зі змінною частотою кадрів **FrameRate** є середньою частотою кадрів.

Height — висота відеофрагменту в пікселях, задана як числовий скаляр.

Name — файл, заданий як вектор символів або строковий скаляр.

NumberOfFrames — кількість кадрів в відеопотоці, задана як числовий скаляр.

Path — повний шлях до відеофайлу, пов'язаного з об'єктом читання, визначається як вектор символу або строковий скаляр.

Tag — загальний текст, заданий як вектор символів або строковий скаляр.

UserData — призначені для користувача дані, зазначені в якості значення будь-якого типу даних.

VideoFormat — представлення MATLAB відеоформату, задане як вектор символу або строковий скаляр.

Width — ширина відео кадру в пікселях, задана як числовий скаляр.

ДОДАТОК Д Властивості VideoWriter

Властивості VideoWriter

ColorChannels — кількість колірних каналів в кожному кадрі вихідного відеосигналу, зазначеному в якості позитивного цілого числа:

Не стиснені файли AVI, Motion JPEG AVI і MPEG-4 мають три колірних каналу.

Індексовані і напівтонові AVI-файли мають один кольоровий канал.

Для файлів Motion JPEG 2000 кількість каналів залежить від вхідних даних до функції `writeVideo`: одна для монохромних даних або три для даних кольору.

Colormap — інформація про колір для відеофайлу, задана як числова матриця з трьома стовпцями і максимум 256 рядків. Кожен рядок в матриці визначає один колір, використовуючи триплет RGB. Триплет RGB являє собою Трьохелементний вектор рядки, елементи якого визначають інтенсивність червоних, зелених і синіх компонентів кольору. Інтенсивності повинні бути в діапазоні $[0,1]$.

Встановити кольорову карту можна явно перед відкриттям `open` або за допомогою поля `colormap` під час запису першого кадру.

Властивість **Colormap** застосовується тільки до об'єктів, що використовуються для запису індексованих AVI-файлів.

CompressionRatio — ступінь стиснення, задана як ціле число більше 1. Коефіцієнт стиснення являє собою співвідношення між кількістю байтів у вхідному зображенні і кількістю байтів в стислому зображенні.

CompressionRatio доступний тільки для об'єктів, що використовуються для запису файлів Motion JPEG 2000. Після виклику функції для запису змінити значення `CompressionRatio` неможливо.

Duration — тривалість вихідного файлу в секундах, задана як скалярне значення.

FileFormat — тип файлу для запису.

Filename — файл, заданий як вектор символу або строковий скаляр.

FrameCount — кількість кадрів, записаних в відеофайл, заданих як ціле число.

FrameRate — швидкість відтворення відео в кадрах в секунду, зазначена як позитивне число. Після виклику open змінити значення FrameRate неможливо.

Height — висота кожного відеокадру в пікселях, задана як скаляр. Метод writeVideo встановлює значення для Height і Width на основі розмірів першого кадру.

Файли MPEG-4 потребують розмірів кадру, які діляться на два. Якщо висота вхідного кадру для файлу MPEG-4 не є парним числом, тоді VideoWriter накладає рамку на ряд чорних пікселів внизу. Для файлів MPEG-4 в системах Windows дозволене значення залежить від версії Windows.

LosslessCompression — стиснення без втрат, вказане як true або false. Властивість LosslessCompression доступна тільки для об'єктів, що використовуються для запису файлів Motion JPEG 2000.

Якщо Lossless Compression істинно, тоді:

Функція writeVideo записує дані так, щоб розпаковані дані були ідентичні вхідних даних.

VideoWriter ігнорує будь-яке задане значення для CompressionRatio.

Після виводу open змінити значення LosslessCompression неможливо.

За замовчуванням LosslessCompression є false для профілю «Motion JPEG 2000» і має значення «Профіль архіву».

MJ2BitDepth — глибина біт для файлів Motion JPEG 2000, задана як ціле число в діапазоні [1,16]. Біт-глибина - це кількість найменш значущих біт у вхідних даних зображення.

MJ2BitDepth доступний тільки для об'єктів, що використовуються для запису файлів Motion JPEG 2000. Якщо не вказати значення перед викликом методу open, тоді VideoWriter задає глибину біта на основі типу вхідних даних. Наприклад, якщо вхідні дані для writeVideo є масивом значень uint8 або int8, то

MJ2BitDepth дорівнює 8.

Path — повний шлях до відеофайлу, заданий як вектор символів або строковий скаляр.

Quality — якість відео, задана як ціле число в діапазоні [0,100]. Більш високі значення призводять до вищої якості відео і більшого розміру файлів. Більш низькі значення призводять до зниження якості відео і меншим розмірам файлів.

Якість є тільки для об'єктів, пов'язаних з профілем AVI MPEG-4 або Motion JPEG. Після виклику open змінити значення якості неможливо.

VideoBitsPerPixel — кількість біт на піксель в кожному кадрі вихідного відео, задана як числовий скаляр.

Файли AVI з зображенням truecolor, файли Motion JPEG AVI і MPEG-4 мають 24 біта на піксель (8 біт для кожної з трьох кольірних смуг).

Індексовані і напівтонові AVI-файли мають 8 біт на піксель.

Для файлів Motion JPEG 2000 Кількість біт на піксель залежить від значення MJ2BitDepth і кількості смуг даних зображення. Наприклад, якщо вхідні дані для writeVideo представляють собою тривимірний масив значень uint16 або int16, тоді значення за замовчуванням для MJ2BitDepth дорівнює 16, а VideoBitsPerPixel - 48 (в три рази більше бітової глибини).

VideoCompressionMethod — тип стиснення відео, заданий як «None», «H.264», «Motion JPEG» або «Motion JPEG 2000».

VideoFormat — представлення MATLAB відеоформату, задане як вектор символу або строковий скаляр.

Width — ширина кожного відеокадру в пікселях, задана як числовий скаляр. Функція writeVideo встановлює значення для Height і Width на основі розмірів першого кадру.

Файли MPEG-4 вимагають розмірів кадру, які діляться на два. Якщо ширина вхідного кадру для файлу MPEG-4 не є парним числом, тоді VideoWriter

накладає кадр на стовпець з чорними пікселями уздовж правого боку. Для файлів MPEG-4 в системах Windows дозволене значення залежить від версії Windows.